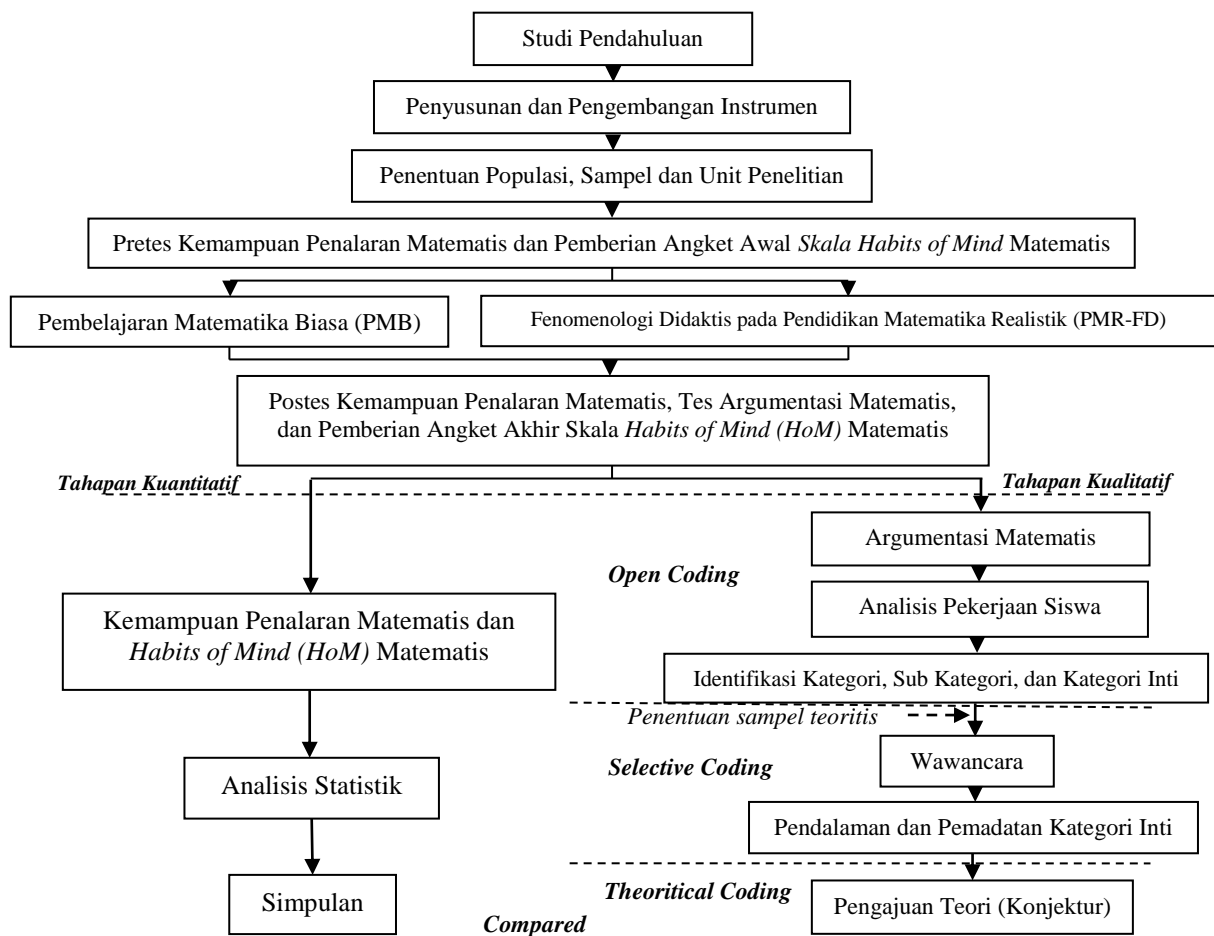


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Studi dalam penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed methode*) tipe *concurrent triangulation design*, yakni dengan membandingkan hasil analisis data antara metode kuantitatif dan metode kualitatif (Creswell, 2009). Analisis kuantitatif dilakukan terhadap data kemampuan penalaran matematis dan *habits of mind* matematis, sedangkan analisis kualitatif dilakukan terhadap data argumentasi matematis. Pengujian statistik digunakan sebagai tahapan pada analisis kuantitatif, sedangkan *grounded theory* digunakan sebagai tahapan pada analisis kualitatif. Penjelasan mengenai tahapan pada masing-masing analisis data selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.1. Tahapan Penelitian

B. Penelitian Kuantitatif

1. Desain Penelitian

Pada tahapan kuantitatif, metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan *nonequivalent groups pretest-posttest design* (Leary, 2008). Penelitian mencakup dua kelompok utama; yaitu: kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen adalah kelompok yang mendapat fenomenologi didaktis dalam Pendidikan Matematika Realistik (PMR-FD); sedangkan kelompok kontrol adalah kelompok yang mendapat pembelajaran matematika biasa (PMB). Masing-masing kelompok penelitian ditentukan berdasarkan pada kelompok siswa (kelas) yang sudah terbentuk sebelumnya, sedangkan unit-unit penelitian ditentukan berdasarkan kriteria pengetahuan awal matematis (PAM) siswa dan level sekolah. Untuk kriteria PAM, unit-unit penelitian dibagi menjadi 3 kategori, yaitu: PAM kategori tinggi, PAM kategori sedang dan PAM kategori rendah; sedangkan untuk kriteria level sekolah, unit-unit penelitian dibagi menjadi 2 kategori, yaitu: sekolah level sedang dan sekolah level rendah. Dari masing-masing unit penelitian ini selanjutnya akan diteliti pengaruh PMR-FD terhadap kemampuan penalaran dan *habits of mind* matematis. Secara eksplisit, desain kuantitatif dalam penelitian ini disajikan dalam format sebagai berikut.

$$\begin{array}{ccc} \text{O} & \text{X} & \text{O} \\ \text{O} & & \text{O} \end{array}$$

Keterangan:

O = Prestes dan postes

X = PMR-FD

Berdasarkan pada unit-unit penelitian yang ditetapkan dalam penelitian ini, hubungan antar unit selanjutnya didesain dalam matrik 3 x 2 (desain faktorial 3 x 2), mencakup; 3 kategori PAM, yaitu: PAM kategori tinggi, sedang, dan rendah masing-masing untuk kelompok kemampuan penalaran matematis dan *habits of mind* matematis, serta 2 kategori kelompok pembelajaran, yaitu level sekolah sedang dan level sekolah rendah, masing-masing untuk kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Untuk mengontrol adanya bias di antara kedua kelompok penelitian pada masing-masing level sekolah, tes diberikan dalam waktu yang

hampir bersamaan sehingga diharapkan tidak terjadi komunikasi antar subjek yang diteliti. Tentu saja karena PMR-FD sangat khas, variabel-variabel lain yang mungkin berpengaruh terhadap penelitian dapat diabaikan. Gambaran mengenai keterkaitan antar unit penelitian, selanjutnya diuraikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Keterkaitan antar Unit Penelitian

| Kemampuan | PBM PAM | Fenomenologi Didaktis dalam Pendidikan Matematika Realistik (PMR-FD)/Eksperimen (E) | | | Pembelajaran Matematika Biasa (PMB)/Kontrol (K) | | |
|-------------------------------------|------------|---|--------|-------|---|--------|-------|
| | | Level Sekolah | | TOTAL | Level Sekolah | | TOTAL |
| | | Sedang | Rendah | | Sedang | Rendah | |
| Penalaran Matematis (P) | Tinggi (T) | PTEB | PTEC | PTE | PTKB | PTKC | PTK |
| | Sedang (S) | PSEB | PSEC | PSE | PSKB | PSKC | PSK |
| | Rendah (R) | PREB | PREC | PRE | PRKB | PRKC | PRK |
| TOTAL | | PEB | PEC | PE | PKB | PKC | PK |
| <i>Habits of Mind</i> Matematis (H) | Tinggi (T) | HTEB | HTEC | THE | HTKB | HTKC | HTK |
| | Sedang (S) | HSEB | HSEC | HSE | HSKB | HSKC | HSK |
| | Rendah (R) | HREB | HREC | HRE | HRKB | HRKC | HRK |
| TOTAL | | HEB | HEC | HE | HKB | HKC | HK |

Keterangan:

- PT/S/R - EB/C** : Kemampuan penalaran matematis pada kelompok eksperimen berdasarkan PAM (tinggi/sedang/rendah) dan level sekolah (sedang/rendah)
- PT/S/R - KB/C** : Kemampuan penalaran matematis pada kelompok kontrol berdasarkan PAM (tinggi/sedang/rendah) dan level sekolah (sedang/rendah)
- HT/S/R - EB/C** : *Habits of mind* matematis pada kelompok eksperimen berdasarkan PAM (tinggi/sedang/rendah) dan level sekolah (sedang/rendah)
- HT/S/R - KB/C** : *Habits of mind* matematis pada kelompok kontrol berdasarkan PAM (tinggi/sedang/rendah) dan level sekolah (sedang/rendah)
- PE/K** : Kemampuan penalaran matematis pada kelompok pembelajaran (eksperimen/kontrol)
- HE/K** : *Habits of mind* matematis pada kelompok pembelajaran (eksperimen/kontrol)

2. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII SMP Negeri di Kota Tangerang Provinsi Banten Tahun Ajaran 2015/2016. Kelas VIII dipilih dengan beberapa alasan, antara lain: (1) siswa kelas VIII dianggap lebih matang

dalam berpikir, karena sudah mampu beradaptasi dengan lingkungan sekolah, (2) tidak terganggu dengan aktivitas menghadapi ujian akhir sekolah, serta (3) memiliki tingkat pemahaman dan pembelajaran yang cukup dibanding dengan kelas sebelumnya. Sampel penelitian ditetapkan berdasarkan *purposive sampling* dengan mempertimbangkan; (1) keterwakilan untuk kategori sekolah level sedang dan level rendah, (2) kesamaan penggunaan kurikulum, (3) kemudahan akses untuk peneliti, serta (4) kemudahan memperoleh ijin penelitian dari dinas pendidikan setempat. Berdasarkan pada pertimbangan ini, ditetapkan satu sekolah untuk kategori sekolah level sedang dan satu sekolah lainnya untuk kategori sekolah level rendah. Sekolah pada kategori level tinggi tidak menjadi sampel dalam penelitian ini, karena perbedaan penerapan kurikulum, di mana sekolah pada level tinggi menggunakan kurikulum tahun 2013 (K-13) sedangkan sekolah pada level sedang dan rendah menggunakan kurikulum tahun 2006 (KTSP). Pada tiap-tiap kategori sekolah kemudian dipilih dua kelas masing-masing sebagai kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Jadi terdapat 4 kelompok penelitian, yaitu kelompok eksperimen 1 (E1) dan kelompok kontrol 1 (K1) pada sekolah level sedang, serta kelompok eksperimen 2 (E2) dan kelompok kontrol 2 (K2) pada sekolah level rendah. Jumlah sampel untuk tiap-tiap kelompok penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Sampel Penelitian

| Kelompok Sekolah | Nama Sekolah | Kelompok Penelitian | Jumlah Sampel |
|------------------|----------------------|-----------------------------|---------------|
| Kelompok Sedang | Sekolah level sedang | Eksperimen 1 (Kelas VIII B) | 34 |
| | | Kontrol 1 (Kelas VIII A) | 38 |
| Kelompok Rendah | Sekolah level rendah | Eksperimen 2 (Kelas 8.7) | 41 |
| | | Kontrol 1 (Kelas 8.8) | 40 |
| Total | | | 153 |

Pada unit penelitian, PAM ditentukan berdasarkan pengetahuan yang diperoleh siswa sebelum diberikan perlakuan atau tindakan penelitian. Dalam penelitian ini, kriteria PAM ditetapkan berdasarkan nilai rerata tes Ujian Tengah Semester (UTS) dan hasil tes Ujian Akhir Semester (UAS) siswa pada semester

ganjil di kelas VIII. Nilai rerata ujian ini selanjutnya disebut sebagai nilai PAM. PAM kemudian dikelompokkan ke dalam tiga kelompok, yaitu: kelompok PAM tinggi, kelompok PAM sedang, dan kelompok PAM rendah. Pengelompokkan ini ditetapkan berdasarkan pada kaidah empiris untuk sebaran pengamatan normal (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2012:59), seperti diperlihatkan pada tabel berikut.

Tabel. 3.3. Kriteria Penetapan Kelompok PAM

| RENTANG | KATEGORI |
|------------------------------------|----------|
| $N < \bar{X} + S$ | Tinggi |
| $\bar{X} - S \leq N < \bar{X} + S$ | Sedang |
| $N < \bar{X} - S$ | Rendah |

Ket: N = Nilai; \bar{X} = Rerata nilai PAM; S = Simpangan baku nilai PAM

3. Instrumen Penelitian dan Pengembangannya

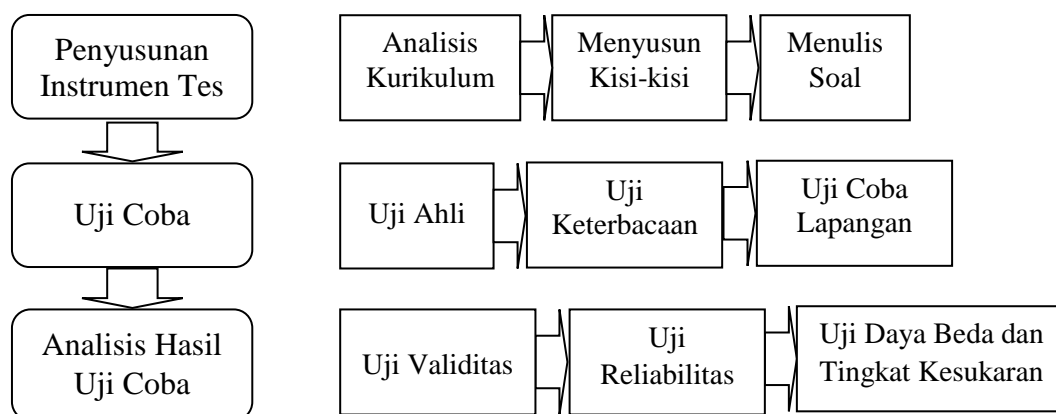
Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari instrumen tes dan instrumen nontes. Instrumen tes merupakan seperangkat soal tes kemampuan penalaran matematis yang disusun dalam bentuk uraian. Sedangkan instrumen nontes merupakan instrumen angket skala *habits of mind* matematis yang disusun dalam bentuk pernyataan.

Pemilihan instrumen tes didasarkan pada tujuan serta indikator yang ditetapkan. Instrumen tes dipilih dalam bentuk uraian dengan maksud untuk melihat dengan jelas proses berpikir siswa melalui jawaban yang diberikan (Ruseffendi dalam Pujiastuti, 2014). Sedangkan pemilihan instrumen nontes untuk skala *habits of mind* matematis didasarkan pada kriteria penilaian diri siswa terhadap kebiasaan berpikir yang tercermin dari sikap dan perilaku siswa pada saat mengikuti pembelajaran.

a. Tes Kemampuan Penalaran Matematis

Tes kemampuan penalaran matematis digunakan untuk mengukur pencapaian dan peningkatan kemampuan penalaran matematis. Tes ini disusun dalam bentuk pretes dan postes yang komposisi isi dan bentuknya serupa. Langkah penyusunan tes dilakukan melalui 3 tahapan; (1) penyusunan instrumen

tes, (2) uji coba, dan (3) analisis hasil uji coba. Penyusunan instrumen tes mencakup beberapa kegiatan, yaitu: menganalisis kurikulum, menyusun kisi-kisi, dan menulis soal. Sedangkan uji coba soal mencakup; uji ahli, uji keterbacaan dan uji coba lapangan. Hasil uji coba lapangan ini kemudian dianalisis melalui uji validitas, uji reliabilitas, uji daya beda dan uji-tingkat kesukaran. Revisi pada instrumen tes dilakukan bila kriteria minimal dari hasil keempat uji ini tidak dipenuhi. Ketiga tahapan penyusunan instrumen tes ini selanjutnya digambarkan sebagai berikut.



Gambar 3.2. Tahapan Penyusunan Instrumen Tes Kemampuan Penalaran Matematis

1) Tahapan Penyusunan Instrumen Tes

Tahapan penyusunan instrumen tes dimulai dengan analisis kurikulum, utamanya berkaitan dengan pokok bahasan yang akan dikembangkan. Beberapa pertimbangan pada penentuan pokok bahasan ini antara lain; kesesuaian dengan masalah penelitian yang diangkat, bahan ajar yang akan dikembangkan, penelitian terdahulu, serta kesesuaian waktu antara pokok bahasan yang dipilih dengan pelaksanaan penelitian (jadwal di sekolah). Berdasarkan pada pertimbangan-pertimbangan tersebut, pokok bahasan yang dipilih dalam penelitian ini adalah bangun ruang sisi datar.

Pada KTSP, pokok bahasan bangun ruang sisi datar ini memuat 3 kompetensi dasar; yaitu: (1) mengidentifikasi sifat-sifat kubus, balok, prisma, dan limas serta bagian-bagiannya; (2) membuat jaring-jaring kubus, balok, prisma, dan limas, serta; (3) menghitung luas permukaan dan volume kubus, balok,

prisma, dan limas. Dari ketiga pokok bahasan tersebut selanjutnya dibuat 2 jenis tes kemampuan penalaran matematis, masing-masing memuat topik kubus-balok dan prisma-limas. Berdasarkan pada pembagian topik-topik ini kemudian disusun kisi-kisi instrumen tes kemampuan penalaran matematis, meliputi: kompetensi dasar, indikator pembelajaran, sub topik/bahasan, indikator kemampuan penalaran matematis, bobot soal, dan nomor soal. Kisi-kisi dari kedua instrumen tes kemampuan penalaran ini selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A1.1 dan A1.2.

Tahap selanjutnya adalah penyusunan soal. Pada tahap ini, soal disusun dengan berpatokan pada kisi-kisi yang telah disusun sebelumnya, dilengkapi dengan kunci jawaban, dan rubrik penskoran. Rubrik penskoran disusun berdasarkan pada rubrik penskoran holistik untuk kemampuan penalaran matematis, seperti yang nampak pada Tabel 3.4 di bawah ini.

Tabel 3.4. Pedoman Penskoran Tes Kemampuan Penalaran Matematis

| SKOR | INDIKATOR |
|------|--|
| 0 | Tidak ada jawaban/menjawab tidak sesuai dengan pertanyaan/tidak ada yang benar |
| 1 | Menjawab tidak sesuai atas aspek pertanyaan tentang penalaran dan dijawab dengan benar |
| 2 | Dapat menjawab hanya sebagian aspek pertanyaan tentang penalaran dan dijawab dengan benar |
| | Dapat menjawab hampir semua aspek pertanyaan tentang penalaran dan dijawab dengan benar |
| 4 | Dapat menjawab semua aspek pertanyaan tentang penalaran dan dijawab dengan benar dan jelas/lengkap |

Sumber: Cai, Lane, & Jakabcsin (1996); Dramayanti (2010)

2) Tahapan Uji Coba

Sebelum instrumen diujicobakan terlebih dahulu dilakukan uji ahli dan uji keterbacaan. Uji ahli melibatkan 3 orang dosen dan 2 orang praktisi (guru). Uji ahli ini pada dasarnya merupakan telaah teoritis yang dilakukan oleh ahli atau praktisi untuk menguji validitas dari soal yang dikembangkan berdasarkan pada kriteria-kriteria tertentu yang ditetapkan. Kriteria-kriteria tersebut mencakup aspek: materi, konstruksi, dan bahasa. Dalam melakukan telaah soal, ahli dan

praktisi juga diberikan contoh kunci jawaban dan rubrik penskoran, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran A1.1 dan A1.2. Ringkasan hasil uji ahli ini selanjutnya ditabulasi pada Tabel 3.5 di bawah ini.

Tabel 3.5. Hasil Uji Ahli pada Instrumen Tes Kemampuan Penalaran Matematis

| No. Soal | MATERI | | | | | KONSTRUKSI | | | | | BAHASA | | | | |
|---|--------|----|----|----|----|------------|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|
| | A1 | A2 | A3 | P1 | P2 | A1 | A2 | A3 | P1 | P2 | A1 | A2 | A3 | P1 | P2 |
| Instrumen Tes Kemampuan Penalaran Matematis (Kubus-Balok) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | BS | BS | BS | BS | B | B | B | BS | BS | B | B | B | BS | B | BS |
| 2 | BS | BS | B | BS | BS | B | BS | B | B | B | B | BS | B | B | B |
| 3 | BS | BS | BS | B | BS | B | BS | BS | BS | BS | BS | BS | BS | BS | BS |
| 4 | BS | BS | BS | BS | B | BS | BS | B | B | BS | B | BS | B | BS | B |
| 5 | BS | BS | BS | B | BS | BS | B | BS | BS | B | B | B | BS | BS | B |
| Instrumen Tes Kemampuan Penalaran Matematis (Prisma-Limas) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | BS | BS | BS | BS | B | BS | B | B | BS | BS | B | BS | BS | BS | BS |
| 2 | BS | BS | B | B | BS | B | BS | BS | B | B | B | BS | B | B | B |
| 3 | BS | BS | BS | BS | B | B | BS | B | BS | B | BS | BS | BS | BS | B |
| 4 | BS | BS | B | B | BS | B | BS | BS | BS | BS | B | BS | B | B | B |
| 5 | BS | BS | BS | BS | B | BS | B | BS | BS | B | B | BS | BS | B | BS |

Keterangan:

A1 : Ahli 1

A2 : Ahli 2

A3 : Ahli 3

P1 : Praktisi 1

P2 : Praktisi 2

BS : Baik Sekali

B : Baik

C : Cukup

K : Kurang

Hasil uji ahli dan praktisi menunjukkan bahwa kedua instrumen tes kemampuan penalaran matematis memenuhi ketiga kriteria. Hasil uji ini juga merekomendasikan bahwa kedua instrumen tes layak digunakan dengan beberapa perbaikan, yaitu: (1) ilustrasi gambar yang kurang jelas pada soal nomor 5 materi kubus-balok, (2) kalimat terlalu panjang/panjang di soal nomor 2 materi prisma-limas, (3) kejelasan gambar di nomor 1 materi kubus-balok, (4) kejelasan pada petunjuk soal di nomor 2 materi kubus-balok, dan (5) penyederhanaan pertanyaan pada soal nomor 1B materi prisma-limas.

Untuk melihat keseragaman penilaian dari ahli dan praktisi, berikut disajikan hasil uji keseragaman hasil validasi dengan menggunakan uji-Friedman (Sugiono, 2004:77) yang dirangkum pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Rangkuman Hasil Uji Keseragaman Validasi Ahli dan Praktisi Tes Kemampuan Penalaran Matematis

| Topik | Statistik Friedman | Materi | Konstruksi | Bahasa |
|--------------|--------------------|--------|------------|--------|
| Kubus-Balok | N | 5,000 | 5,000 | 5,000 |
| | Chi-square | 4,000 | 0,923 | 2,909 |
| | Sig. | 0,406 | 0,921 | 0,573 |
| Prisma-Limas | N | 5,000 | 5,000 | 5,000 |
| | Chi-square | 6,000 | 2,000 | 8,364 |
| | Sig. | 0,199 | 0,736 | 0,079 |

Hasil uji-Friedman pada Tabel 3.6 memperlihatkan nilai signifikansi di atas 0,05. Kriteria ini menunjukkan penerimaan H_0 , artinya penilaian ahli dan praktisi seragam, baik pada aspek materi, konstruksi maupun bahasa; baik pada topik kubus dan balok maupun prisma dan limas. Dengan demikian ahli dan praktisi memiliki penilaian yang seragam terhadap tes kemampuan penalaran matematis baik untuk topik kubus dan balok maupun prisma dan limas.

Uji keterbacaan merupakan tahapan berikutnya yang dilakukan sebelum instrumen diujicobakan. Uji ini dimaksudkan untuk melihat apakah siswa memahami soal yang diujikan, mencakup; isi soal (apa yang diketahui), pertanyaan dalam soal, serta kemungkinan soal tersebut bisa dikerjakan. Uji keterbacaan melibatkan 5 orang siswa SMP kelas IX, dengan kriteria: 1 orang siswa berkemampuan tinggi, 3 orang siswa berkemampuan sedang, dan 1 orang siswa berkemampuan rendah. Kelima siswa tersebut terlebih dahulu diberikan kesempatan untuk membaca semua soal pada kedua instrumen tes, serta diberikan waktu untuk sekedar mengotak-atik kemungkinan soal tersebut bisa diselesaikan atau tidak. Hasil uji keterbacaan secara ringkas dapat diamati pada Tabel 3.7 di bawah ini.

Tabel 3.7. Hasil Uji Keterbacaan pada Instrumen Tes Kemampuan Penalaran Matematis

| No Soal | Isi/materi dalam soal | | | | | Pertanyaan dalam soal | | | | | Kemungkinan soal bisa diselesaikan | | | | | Tingkat kesulitan soal | | | | |
|--|-----------------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|----|----|------------------------------------|----|----|----|----|------------------------|----|----|----|----|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| Instrumen Tes Kemampuan Penalaran Matematis (Kubus-Balok) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | Y | H | H | Y | Y | N | M | N | N | N |
| 2 | P | P | K | K | P | P | P | P | P | P | Y | Y | H | Y | Y | L | M | N | M | M |
| 3 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | Y | Y | Y | Y | Y | M | M | N | N | M |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | K | P | K | P | P | P | P | P | P | P | Y | Y | Y | Y | Y | N | M | L | M | N |
| 5 | P | P | P | P | P | P | P | K | P | K | Y | H | H | H | Y | N | N | L | N | N |
| Instrumen Tes Kemampuan Penalaran Matematis (Prisma-Limas) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | Y | Y | H | Y | Y | N | M | N | N | N |
| 2 | K | P | P | P | P | P | P | P | P | P | Y | Y | Y | Y | Y | N | N | L | L | N |
| 3 | P | P | K | P | P | P | P | P | P | P | Y | Y | Y | Y | Y | N | M | L | L | L |
| 4 | P | P | P | P | K | P | P | P | P | P | Y | Y | Y | Y | Y | L | M | L | N | N |
| 5 | P | P | P | P | P | P | P | K | P | K | Y | Y | H | Y | Y | L | N | S | S | L |

Keterangan:

| | | |
|---------------------|------------------|-----------------------|
| P : Dipahami | S : Sangat Sulit | S1 : Siswa 1 (Sedang) |
| K : Kurang dipahami | L : Sulit | S2 : Siswa 2 (Tinggi) |
| D : Tidak dipahami | N : Sedang | S3 : Siswa 3 (Rendah) |
| Y : Ya | M : Mudah | S4 : Siswa 4 (Sedang) |
| T : Tidak | | S5 : Siswa 5 (Sedang) |
| H : Tidak tahu | | |

Meskipun hampir keseluruhan soal pada kedua jenis instrumen tes kemampuan penalaran matematis dipahami oleh siswa, namun tanggapan siswa pada setiap soal nampak cukup variatif. Beberapa soal masih memiliki persepsi yang berbeda antar siswa; misalnya di soal nomor 5 materi kubus-balok berkenaan dengan luas permukaan balok yang kena cat, pada soal nomor 1 materi kubus balok tentang menggambar model balok dari jaring-jaring yang diketahui. Secara keseluruhan, isi/materi dalam soal sudah dapat dipahami, namun beberapa pertanyaan dalam soal masih kurang dipahami, khususnya bagi siswa berkemampuan rendah. Pada soal nomor 5 materi kubus-balok, pertanyaan tentang luas permukaan yang kena cat, serta pada soal nomor 5 materi prisma-limas tentang letak suatu titik (titik T) pada rusuk. Siswa pada kelompok sedang dan rendah nampaknya juga ada yang masih ragu apakah soal-soal tersebut dapat diselesaikan, misalnya pada soal nomor 1, 2 dan 5 materi kubus balok serta soal nomor 1 dan 5 materi prisma-limas.

Untuk menyelidiki lebih detail hasil uji keterbacaan pada instrumen tes, uji keseragaman dengan pendekatan statistik nonparametris dilakukan dengan menggunakan uji-Friedman. Hasil uji-Friedman untuk uji keterbacaan instrumen tes selengkapnya disajikan pada Tabel 3.8 di bawah ini.

Tabel 3.8. Rangkuman Hasil Uji Keseragaman pada Keterbacaan Tes Kemampuan Penalaran Matematis

| Topik | Statistik Friedman | Materi Soal | Pertanyaan | Soal Bisa Diselesaikan | Kesulitan Soal |
|--------------|--------------------|-------------|------------|------------------------|----------------|
| Kubus-Balok | N | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 |
| | Chi-square | 4,667 | 4,000 | 8,500 | 10,493 |
| | Sig. | 0,323 | 0,406 | 0,075 | 0,033 |
| Prisma-Limas | N | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 |
| | Chi-square | 2,000 | 4,000 | 8,000 | 13,870 |
| | Sig. | 0,736 | 0,406 | 0,092 | 0,008 |

Tes Friedman pada Tabel 3.8 untuk kriteria materi soal, pertanyaan dan soal bisa diselesaikan, baik untuk topik kubus dan balok maupun topik prisma dan limas memperlihatkan signifikansi di atas 0,05. Nilai ini memenuhi kriteria penerimaan H_0 , artinya kelima siswa memberikan penilaian yang seragam pada materi soal, pertanyaan, dan soal bisa diselesaikan. Sementara itu, signifikansi hasil uji-Friedman untuk kriteria kesulitan soal pada kedua topik memperlihatkan nilai di bawah 0,05. Sesuai dengan kriteria pengujian hipotesis statistik, signifikansi Chi-square berada pada penolakan H_0 , artinya kelima siswa memberikan penilaian yang tak seragam pada kriteria kesulitan soal. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa penilaian siswa terhadap kriteria kesulitan soal sangat beragam, mencakup kriteria: sangat sulit, sulit, sedang, dan mudah.

Pertimbangan-pertimbangan ahli dan praktisi serta uji keterbacaan dari beberapa siswa selanjutnya menjadi dasar dilakukannya revisi instrumen yang pertama. Revisi ini mencakup 3 aspek utama, yaitu: materi, melengkapi hal-hal yang diketahui dalam soal hingga memperjelas pertanyaan dalam soal; konstruksi, menambahkan soal dengan gambar, memperjelas gambar, hingga membuat tambahan petunjuk; bahasa, memperjelas maksud soal sehingga tidak membuat bahasa yang ambigu. Revisi yang dilakukan adalah sebagai berikut; pada soal nomor 1a, materi kubus balok; soal dilengkapi dengan petunjuk: ingat sifat-sifat balok; sedangkan pada nomor 1b, soal dilengkapi dengan petunjuk: perhatikan bidang-bidang frontal yang ada pada gambar. Pada soal nomor 3, materi kubus-balok, pertanyaan soal ditambah dengan pertanyaan: dari ciri-ciri bangun ruang di atas, sebutkan ciri-ciri kubus dan ciri-ciri balok. Pada soal nomor 5 materi kubus-

balok: gambar dilengkapi dengan gambar meja yang dibalik, sehingga yang dimaksud luas permukaan yang tidak kena cat adalah bidang yang menyatu antara kubus dan balok. Pertanyaan nomor 5b materi kubus-balok ditambah dengan bila 1 cc cukup untuk mengecat 1 cm^2 , berapa liter cat yang dibutuhkan. Pada soal nomor 1, materi prisma-limas, pertanyaan pada 1b dilengkapi dengan bila banyak sisi dinyatakan S, rusuk R, dan titik sudut T, tentukan hubungan antara S, R, dan T. Terakhir, untuk soal nomor 2 dan nomor 5 materi prisma-limas, masing-masing soal dilengkapi dengan gambar. Hasil revisi terhadap instrumen tes kemampuan penalaran matematis selengkapny dapat dilihat pada Lampiran A1.1.

Tahapan berikutnya adalah melakukan uji coba lapangan. Uji coba dilakukan pada siswa kelas IX di salah satu SMP di Kota Tangerang. Masing-masing instrumen tes diberikan pada kelas yang berbeda, tetapi rata-rata kemampuan siswa pada kedua kelas tersebut setara. Tes kemampuan penalaran matematis materi kubus-balok diberikan pada siswa kelas IX-H dengan jumlah siswa sebanyak 38 orang, sedangkan tes kemampuan penalaran matematis materi prisma-limas diberikan pada siswa kelas IX-B dengan jumlah siswa sebanyak 36 orang. Hasil uji coba instrumen tes ini kemudian ditabulasi berdasarkan pada nilai-nilai yang diperoleh siswa pada masing-masing butir soal, seperti yang dapat dilihat pada Lampiran A3.1 dan A3.2.

Untuk melihat apakah instrumen tes memenuhi kriteria instrumen tes yang baik, analisis pada hasil uji coba instrumen dilakukan dengan uji validitas, uji realibilitas, uji daya beda, dan uji-tingkat kesukaran soal. Langkah-langkah dari keempat pengujian tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

a) Uji validitas

Uji validitas dilakukan untuk melihat bagaimana butir soal mampu mengukur apa yang seharusnya diukur. Uji validitas ditentukan berdasarkan indeks validitas kriterium dengan cara menghitung koefisien korelasi antara skor yang diperoleh tiap butir soal dengan total skor. Indeks validitas kriterium dapat dihitung dengan menggunakan korelasi *product moment* yang dirumuskan sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\}\{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Santyasa (2005)

dengan: r_{xy} = Koefisien korelasi

N = Jumlah responden

X = Skor butir soal

Y = Skor total

Untuk menafsirkan hasil uji korelasi ini, estimasi validitas kriterium ditentukan berdasarkan kriteria berikut.

Tabel 3.9. Interpretasi Hasil Uji Validitas

| Koefisien Korelasi | Interpretasi Validitas |
|----------------------------|------------------------|
| $0,9 \leq r_{xy} \leq 1,0$ | Sangat tinggi |
| $0,7 \leq r_{xy} < 0,9$ | Tinggi |
| $0,4 \leq r_{11} < 0,7$ | Sedang |
| $0,2 \leq r_{11} < 0,4$ | Rendah |
| $0,0 \leq r_{xy} \leq 0,2$ | Sangat rendah |
| $r_{xy} \leq 0,0$ | Tidak valid |

Santyasa (2005)

b) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk melihat konsistensi tes dalam mengukur apa yang seharusnya diukur, sehingga memberikan hasil yang sama, untuk subyek yang sama, meskipun waktu dan tempat berbeda. Karena skor tiap butir soal tidak dikotomis, uji reliabilitas dipilih dengan menggunakan koefisien Alpha Cronbach yang diformulasikan sebagai berikut.

$$r_{11} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

Santyasa (2005)

dengan: n = Jumlah butir soal

S_i^2 = Varians butir soal

S_t^2 = Varians total

Intrepretasi hasil uji reliabilitas mengacu pada kriteria berikut.

Tabel 3.10. Interpretasi Hasil Uji Reliabilitas

| Koefisien Reliabilitas | Interpretasi Reliabilitas |
|----------------------------|---------------------------|
| $0,9 \leq r_{xy} \leq 1,0$ | Sangat tinggi |
| $0,7 \leq r_{xy} < 0,9$ | Tinggi |
| $0,4 \leq r_{11} < 0,7$ | Sedang |
| $0,2 \leq r_{11} < 0,4$ | Rendah |
| $r_{11} < 0,2$ | Sangat rendah |

Santyasa (2005)

c) Uji Daya Beda

Uji daya beda dimaksudkan untuk melihat apakah butir soal mampu membedakan antar siswa pada kelompok atas (kelompok tinggi) dan kelompok bawah (kelompok rendah). Uji daya beda ditentukan berdasarkan perhitungan Indeks Daya Beda (IDB) dengan membandingkan antara selisih jumlah skor kelompok atas dan jumlah skor kelompok bawah dengan responden dikalikan selisih skor maksimum dengan skor minimum. IDB secara matematis diformulasikan sebagai berikut.

$$IDB = \frac{\sum H - \sum L}{N(S_{max} - S_{min})}$$

Santyasa (2005)

dengan: IDB = Indeks Daya Beda

$\sum H$ = Jumlah skor kelompok atas

$\sum L$ = Jumlah skor kelompok bawah

N = Jumlah responden

S_{max} = Skor tertinggi

S_{max} = Skor terendah

Untuk menentukan kelompok atas dan kelompok bawah, skor total yang diperoleh siswa terlebih dahulu diurutkan mulai dari skor paling tinggi hingga skor paling rendah. Sebanyak 27% siswa dengan skor paling tinggi kemudian dikelompokkan sebagai kelompok atas dan 27% siswa dengan skor paling rendah dikelompokkan sebagai kelompok bawah (Santyasa, 2005). Dari skor tiap butir soal yang ada pada kedua kelompok kemudian dihitung IDB-nya. Hasil perhitungan IDB ini selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kriteria sebagai berikut.

Tabel 3.11. Interpretasi Hasil Uji Daya Beda

| IDB | Interpretasi |
|-------------------------|---------------|
| $0,8 \leq IDB \leq 1,0$ | Sangat tinggi |
| $0,6 \leq IDB < 0,8$ | Tinggi |
| $0,4 \leq IDB < 0,6$ | Sedang |
| $0,2 \leq IDB < 0,4$ | Rendah |
| $0,0 \leq IDB < 0,2$ | Sangat rendah |

Santyasa (2005)

d) Uji-tingkat Kesukaran

Uji-tingkat kesukaran dilakukan untuk mengetahui pengelompokkan butir soal pada kriteria sangat sukar, sukar, sedang, mudah, dan sanga mudah. Penentuan tingkat kesukaran dihitung dengan Indeks Kesukaran Butir (IKB) soal yang diformulasikan sebagai berikut.

$$IKB = \frac{\sum H + \sum L - (2N \cdot S_{min})}{2N(S_{max} - S_{min})}$$

Santyasa (2005)

dengan: IKB = Indeks Kesukaran Butir Soal
 $\sum H$ = Jumlah skor kelompok atas
 $\sum L$ = Jumlah skor kelompok bawah
 N = Jumlah responden
 S_{max} = Skor tertinggi
 S_{max} = Skor terendah

Interpretasi tingkat kesukaran soal selanjutnya ditentukan berdasarkan kriteria sebagai berikut.

Tabel 3.12. Interpretasi Hasil Uji-tingkat Kesukaran

| IKB | Interpretasi |
|-------------------------|--------------|
| $0,8 \leq IKB \leq 1,0$ | Sangat Mudah |
| $0,6 \leq IKB < 0,8$ | Mudah |
| $0,4 \leq IKB < 0,6$ | Sedang |
| $0,2 \leq IKB < 0,4$ | Sukar |
| $0,0 \leq IKB < 0,2$ | Sangat sukar |

Santyasa (2005)

Ringkasan hasil uji validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran dari kedua instrumen tes penalaran matematis disajikan pada Tabel 3.13 berikut ini.

Tabel 3.13. Hasil Uji Instrumen Tes Kemampuan Penalaran Matematis

| Pokok Bahasan | No. Soal | Uji Validitas | Uji Reliabilitas | Uji Daya Beda | Uji-tingkat Kesukaran | Ket |
|------------------|----------|---------------|------------------|---------------|-----------------------|---------|
| Kubus dan Balok | 1 | 0,72 | 0,72 | 0,61 | 0,60 | Dipakai |
| | 2a | 0,71 | | 0,41 | 0,48 | Dipakai |
| | 2b | 0,82 | | 0,52 | 0,35 | Dipakai |
| | 3 | 0,81 | | 0,73 | 0,45 | Dipakai |
| | 4a | 0,75 | | 0,50 | 0,25 | Dipakai |
| | 4b | 0,83 | | 0,52 | 0,26 | Dipakai |
| | 5 | 0,74 | | 0,70 | 0,49 | Dipakai |
| Prisma dan Limas | 1 | 0,80 | 0,68 | 0,68 | 0,43 | Dipakai |
| | 2 | 0,77 | | 0,52 | 0,53 | Dipakai |
| | 3 | 0,87 | | 0,66 | 0,35 | Dipakai |
| | 4 | 0,81 | | 0,61 | 0,35 | Dipakai |
| | 5 | 0,84 | | 0,68 | 0,36 | Dipakai |

Hasil uji instrumen pada Tabel 3.13 memperlihatkan bahwa instrumen telah memenuhi kriteria standar yang layak untuk digunakan. Pada uji validitas, koefisien korelasi pada rentang 0,7 hingga 0,9 memenuhi kriteria validitas tinggi. Demikian halnya nilai koefisien reliabilitas untuk materi kubus dan balok sebesar 0,72 memenuhi kriteria reliabilitas tinggi. Sedangkan untuk koefisien reliabilitas pada materi prisma dan limas sebesar 0,68 memenuhi kriteria reliabilitas sedang. Nilai ini adalah nilai yang masih ditoleransi untuk kategori instrumen yang baku (Santyasa, 2005).

Untuk hasil uji daya beda, nilai uji yang berada pada rentang 0,6 hingga 0,7 pada sebagian besar butir soal memenuhi kriteria tinggi. Sedangkan nilai uji daya beda yang berada pada rentang 0,4 hingga 0,5 pada butir soal lainnya (nomor 2a, 2b, 4a, 4b materi kubus dan balok, dan nomor 2 materi prisma dan limas) memenuhi kriteria sedang. Nilai ini masih ditoleransi untuk kategori instrumen yang baku (Santyasa, 2005). Sementara itu, untuk tingkat kesukaran, nilai-nilai pada rentang 0,2 hingga 0,6 memenuhi kriteria mudah, sedang, dan sukar. Kriteria ini dipandang cukup variatif dan memenuhi standar soal yang layak untuk digunakan.

b. Skala *Habits of Mind* Matematis

Skala *habits of mind* matematis (HoM) digunakan untuk mengetahui kebiasaan atau perilaku positif siswa dalam mengikuti pembelajaran matematika. Skala HoM yang digunakan dalam penelitian ini merupakan skala HoM yang dikembangkan oleh Marzano (Hew & Cheung, 2011), mencakup: menyadari pemikiran sendiri (*aware of own thinking*), akurat dan mencari akurasi/keakuratan (*accurate and seeks accuracy*), pemikiran terbuka (*open-mindedness*), mengambil posisi (*taking a position*), dan peka terhadap yang lain (*sensitivity to others*). Skala HoM berbentuk pernyataan-pernyataan yang disusun dengan empat pilihan jawaban dalam bentuk intensitas, yaitu: SS (Sangat Sering), S (Sering), Jarang (J), dan (SJ) Sangat Jarang. Ada 31 pernyataan yang disajikan; 18 pernyataan mengandung pernyataan-pernyataan positif (*favorable*), dan 13 pernyataan mengandung pernyataan-pernyataan negatif (*unfavorable*). Instrumen skala HoM selengkapnya disajikan pada Lampiran A1.3.

Skala HoM disusun mengikuti langkah-langkah pengembangan instrumen nontes, yaitu: (1) menyusun kisi-kisi instrumen, (2) menyusun butir pernyataan, (3) melakukan telaah ahli dan praktisi, (4) uji keterbacaan, (5) uji coba lapangan, (6) analisis uji coba lapangan, dan (7) revisi. Ketujuh langkah-langkah tersebut secara garis besar dibagi menjadi 4 tahapan; tahapan penyusunan instrumen, mencakup: menyusun kisi-kisi instrumen, dan menyusun butir pernyataan; tahapan telaah instrumen, mencakup: uji/telaah ahli dan praktisi dan uji keterbacaan; tahapan uji coba lapangan; serta analisis hasil uji coba, mencakup: penskalaan, uji validitas, dan uji reliabilitas. Keempat tahapan pengembangan skala HoM ini secara eksplisit dijelaskan pada uraian di bawah ini.

1) Tahapan Penyusunan Instrumen Nontes

Penyusunan instrumen nontes dimulai dengan menyusun kisi-kisi instrumen sesuai dengan indikator yang akan dikembangkan. Kisi-kisi ini merupakan acuan dalam penyusunan butir pernyataan dalam skala HoM. Kisi-kisi memuat kriteria HoM, indikator HoM, bentuk pernyataan (positif atau negatif),

dan nomor pernyataan. Format kisi-kisi skala HoM selengkapnya disajikan pada Lampiran A1.3.

2) Tahapan Telaah Instrumen Nontes

Sebelum skala HoM diujicobakan, terlebih dahulu dilakukan telaah instrumen melalui uji ahli/praktisi dan uji keterbacaan. Uji ahli/praktisi melibatkan 3 orang dosen dan 2 orang guru, untuk menilai kebaikan instrumen berdasarkan aspek materi, konstruksi, dan bahasa. Sedangkan uji keterbacaan melibatkan 5 orang siswa SMP kelas IX dengan kriteria: 1 orang siswa berkemampuan tinggi, 3 orang siswa berkemampuan sedang, dan 1 orang siswa berkemampuan rendah.

Untuk mengetahui keseragaman dari uji ahli dan praktisi, berikut disajikan hasil uji statistik nonparametris dengan uji Cochran (Sugiyono, 2004:74) pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14. Rangkuman Hasil Uji Keseragaman Validasi Ahli dan Praktisi Skala *Habits of Mind* Matematis

| Statistik Cochran | Materi | Konstruksi | Bahasa |
|-------------------|--------|------------|--------|
| N | 31,000 | 31,000 | 31,000 |
| Cochran's Q | 6,625 | 4,914 | 2,000 |
| Sig. | 0,157 | 0,296 | 0,736 |

Hasil uji Cochran pada Tabel 3.14 memperlihatkan bahwa signifikansi Cochran's Q pada ketiga aspek yang diuji jauh berada di atas 0,05 atau berada pada daerah penerimaan H_0 . Hasil ini menunjukkan bahwa para ahli dan praktisi memberikan penilaian yang seragam terhadap skala *habits of mind* matematis, baik dari aspek materi, konstruksi, maupun bahasa.

Pada uji keterbacaan, kelima siswa diminta untuk menilai tentang pernyataan pada skala *habits of mind* matematis mencakup apakah pernyataan bisa dipahami atau tidak. Hasil uji keseragaman untuk keterbacaan skala *habits of mind* matematis ditampilkan pada Tabel 3.15 berikut ini.

Tabel 3.15. Rangkuman Hasil Uji Keseragaman pada Keterbacaan Skala *Habits of Mind* Matematis

| Statistik Cochran | Pemahaman Siswa terhadap Setiap Pernyataan |
|-------------------|--|
| N | 31,000 |
| Cochran's Q | 3,375 |
| Sig. | 0,497 |

Berdasarkan uji Cochran seperti diperlihatkan pada Tabel 3.15, signifikansi Cochran's Q menunjukkan nilai yang jauh lebih besar dari 0,05 atau berada pada daerah penerimaan H_0 . Hasil ini menunjukkan bahwa kelima siswa memberikan penilaian yang seragam dalam memahami setiap pernyataan pada skala *habits of mind* matematis.

3) Tahapan Uji Coba dan Analisis Hasil Uji Coba

Tahapan uji coba merupakan tahapan pengembangan instrumen berikutnya setelah instrumen direvisi. Revisi ini merupakan revisi tahap pertama berdasarkan pada pertimbangan dan masukan dari hasil uji ahli/praktisi dan uji keterbacaan instrumen. Uji coba dilakukan pada siswa SMP kelas IX sebanyak 35 orang. Hasil dari uji coba ini selanjutnya ditabulasi pada Lampiran A3.2.

Tahapan berikutnya adalah analisis hasil uji coba; mencakup: penskalaan, uji validitas, dan uji reliabilitas. Ketiga tahapan ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

a) Uji Penskalaan

Uji penskalaan dimaksudkan untuk mengetahui penilaian siswa terhadap jenis pernyataan yang dipersepsikan sebagai *favorable* (pernyataan positif) dan *unfavorable* (pernyataan negatif). Langkah-langkah uji penskalaan adalah sebagai berikut.

- (1) Menentukan jumlah responden yang memilih jawaban yang sama untuk setiap kategori SS, S, J, dan SJ.

- (2) Menentukan proporsi pilihan tiap kategori, yakni jumlah responden yang memilih jawaban yang sama untuk setiap kategori dibagi dengan banyaknya responden.
- (3) Menentukan proporsi kumulatif, jumlah proporsi dalam suatu kategori dengan proporsi ke semua kategori di sebelah kiri (pernyataan positif) dan sebelah kanan (pernyataan negatif).
- (4) Menentukan titik tengah, proporsi kumulatif dikurangi setengah dari proporsi dalam suatu kategori.
- (5) Menentukan nilai z (normal baku).
- (6) Menentukan nilai minimum dari harga mutlak nilai z ($|Z_{\min}|$).
- (7) Menentukan skala tiap kategori, yakni $z + |Z_{\min}|$.

Hasil uji penskalaan terhadap masing-masing item pernyataan pada skala HoM selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B1.3.

b) Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji kebaikan instrumen nontes berikutnya adalah melakukan uji validitas. Uji validitas merupakan tahapan pengujian sebelum dilakukan uji reliabilitas. Dalam hal ini uji reliabilitas dapat dilakukan, jika setiap item pernyataan dalam skala HoM dipastikan sudah valid. Jika ada satu atau beberapa item dinyatakan tidak valid, pengujian validitas dapat diulang dengan tanpa menyertakan item pernyataan yang tidak valid. Hasil uji validitas dan reliabilitas skala HoM selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A3.2.

4. Teknik Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, data dikumpulkan melalui tes dan nontes. Tes diberikan pada kedua kelompok penelitian dalam bentuk pretes dan postes. Pretes adalah tes awal sebelum sampel dikenakan perlakuan. Dari hasil pretes ini diperoleh data awal tentang kemampuan penalaran matematis. Postes adalah tes akhir setelah sampel dikenakan perlakuan. Dari hasil postes ini diperoleh data pencapaian kemampuan penalaran matematis. Dari hasil pretes dan postes selanjutnya diperoleh data peningkatan kemampuan penalaran matematis yang diformulasikan

dalam bentuk *gain* ternormalisasi (Meltzer, 2002). Gain ternormalisasi (*nomalized gain*) adalah perbandingan antara selisih skor postes dan pretes, dan selisih antara skor maksimum dan skor pretes, seperti diformulasikan berikut ini.

$$G = \frac{\text{Skor Postes} - \text{Skor Pretes}}{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Pretes}}$$

Meltzer (2002)

dengan G = Nilai gain ternormalisasi.

Nontes merupakan pemberian angket skala HoM sebelum dan sesudah pembelajaran. Dari pemberian angket ini diperoleh data penilaian siswa terhadap kebiasaan berpikir (HoM) matematis, terutama setelah kedua kelompok penelitian diberikan perlakuan yang berbeda.

5. Teknik Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh PMR-FD terhadap kemampuan penalaran dan *habits of mind* matematis, analisis data dilakukan dengan menggunakan pendekatan statistik. Analisis data kemampuan penalaran matematis mengacu kepada data pretes, postes, dan gain ternormalisasi. Sedangkan analisis data HoM mengacu kepada pemberian skala HoM sebelum dan sesudah pembelajaran. Tahapan analisis data untuk tes kemampuan penalaran matematis dan skala HoM selengkapnya dijelaskan pada uraian berikut.

a) Melakukan tabulasi data dan menghitung gain ternormalisasi

Tabulasi data merupakan langkah pengelompokkan data mentah untuk mendapatkan skor pencapaian dan peningkatan kemampuan penalaran matematis serta skor HoM. Skor pencapaian kemampuan penalaran matematis diperoleh dari rerata skor postes antara postes 1 (materi kubus dan balok) dan postes 2 (materi prisma dan limas), sedangkan skor peningkatan kemampuan penalaran matematis diperoleh dari rerata skor *n*-gain (gain ternormalisasi) antara *n*-gain 1 (materi kubus dan balok) dan *n*-gain 2 (materi prisma dan limas).

b) Mengelompokkan data berdasarkan pada desain penelitian (desain faktorial) yang dikembangkan

Sesuai dengan desain penelitian yang dikembangkan, pengelompokkan data dilakukan berdasarkan pada tingkat kemampuan siswa (tinggi, sedang, rendah) untuk masing-masing kemampuan penalaran dan *habits of mind* matematis serta level sekolah (sedang dan rendah) pada masing-masing kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Tingkat kemampuan siswa ditentukan berdasarkan PAM, sedangkan level sekolah ditentukan berdasarkan sampel penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya.

c) Melakukan Uji Normalitas dan Homogenitas Data

Uji normalitas dan homogenitas data dilakukan sebelum analisis inferensi. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah populasi dari hasil tes kemampuan penalaran matematis dan *habits of mind* matematis berdistribusi secara normal. Sedangkan uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah varians populasi antar kelompok identik. Uji normalitas dan homogenitas data dalam analisis hasil penelitian menjadi prioritas, karena akan menentukan pilihan statistik dalam analisis inferensi antara statistika parametris dan statistika nonparametris.

d) Menguji Hipotesis Penelitian

Analisis inferensi untuk seluruh data yang disajikan dilakukan dengan mengikuti seluruh hipotesis yang diajukan. Keterkaitan antara masalah, hipotesis dan kelompok data tersebut disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 3.16. Keterkaitan Antara Rumusan Masalah, Hipotesis dan Data

| RUMUSAN MASALAH | HIPOTESIS | KELOMPOK DATA |
|--|-----------|--------------------------------------|
| Apakah pencapaian kemampuan penalaran matematis siswa yang mendapat PMR-FD lebih baik daripada siswa yang mendapat PMB? | 1 | PTE, PSE, PRE, PE, PTK, PSK, PRK, PK |
| Apakah ada pengaruh interaksi yang signifikan antara pembelajaran (PMR-FD dan PMB) dan PAM (tinggi, sedang, rendah) terhadap pencapaian kemampuan penalaran matematis siswa? | 2 | PTE, PSE, PRE, PTK, PSK, PRK |

| | | |
|--|---|--------------------------------------|
| Apakah ada pengaruh interaksi yang signifikan antara pembelajaran (PMR-FD dan PMB) dan level sekolah (sedang dan rendah) terhadap pencapaian kemampuan penalaran matematis siswa? | 3 | PEA, PEB, PKA, PKB |
| Apakah peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa yang mendapat PMR-FD lebih baik daripada siswa yang mendapat PMB? | 4 | PTE, PSE, PRE, PE, PTK, PSK, PRK, PK |
| Apakah ada pengaruh interaksi yang signifikan antara pembelajaran (PMR-FD dan PMB) dan PAM (tinggi, sedang, rendah) terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa? | 5 | PTE, PSE, PRE, PTK, PSK, PRK |
| Apakah ada pengaruh interaksi yang signifikan antara pembelajaran (PMR-FD dan PMB) dan level sekolah (sedang dan rendah) terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis siswa? | 6 | PEA, PEB, PKA, PKB |
| Apakah <i>habits of mind</i> matematis siswa yang mendapat PMR-FD lebih baik daripada siswa yang mendapat PMB? | 7 | HTE, HSE, HRE, HE, HTK, HSK, HRK, HK |
| Apakah ada pengaruh interaksi yang signifikan antara pembelajaran (PMR-FD dan PMB) dan PAM (tinggi, sedang, rendah) terhadap <i>habits of mind</i> matematis siswa? | 8 | HTE, HSE, HRE, HTK, HSK, HRK |
| Apakah ada pengaruh interaksi yang signifikan antara pembelajaran (PMR-FD dan PMB) dan level sekolah (sedang dan rendah) terhadap <i>habits of mind</i> matematis siswa? | 9 | HEA, HEB, HKA, HKB |

2) Triangulasi Data

Tujuan dari triangulasi data adalah untuk mengetahui tingkat keabsahan data yang diperoleh dari hasil penelitian. Triangulasi data dilakukan melalui: (1) analisis pengamatan selama pembelajaran (2) catatan lapangan, dan (3) wawancara, dan (4) analisis pekerjaan siswa. Keempat tahapan triangulasi data tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.

a) Hasil Pengamatan

Hasil pengamatan merupakan data tentang aktivitas siswa yang diperoleh dari lembar observasi. Isi dari pengamatan ini data aktivitas siswa menyangkut kegiatan berbicara dan berkomunikasi (*oral activity and communicating*),

menulis (*writing activity*) dan melakukan (*doing activity*). Pengamatan terhadap aktivitas siswa dilakukan berdasarkan pada kemunculan aktivitas-aktivitas tersebut pada selang waktu pembelajaran.

b) Catatan Lapangan

Catatan lapangan merupakan catatan yang berbentuk essay; berisi aktivitas, kejadian serta temuan yang didapatkan saat pembelajaran di luar item yang tercantum dalam lembar observasi. Aktivitas, kejadian serta temuan yang dimaksud dapat berupa: kesulitan yang dihadapi siswa, sebab dan alasan siswa melakukan suatu aktivitas, dampak pembelajaran yang tidak diharapkan, kejadian luar biasa dan unik yang dilakukan oleh siswa serta berbagai hal yang secara kebetulan terjadi pada saat pembelajaran.

c) Wawancara

Secara umum wawancara yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian; (1) wawancara terstruktur, (2) wawancara tidak terstruktur. Wawancara terstruktur dilakukan untuk mendapatkan informasi yang lebih mendetail kebiasaan siswa dalam berpikir matematis menggunakan format yang telah ditentukan. Sedangkan, wawancara tidak terstruktur dilakukan untuk menggali informasi tentang fenomena menarik yang muncul dan tanpa direncanakan oleh peneliti. Wawancara dilaksanakan setelah analisis dan interpretasi hasil tes selesai dilakukan.

d) Dokumen Pekerjaan Siswa

Dokumen yang dikumpulkan dari pekerjaan siswa dalam menyelesaikan berbagai soal matematis, lembar aktivitas siswa serta hasil pekerjaan lain yang dilakukan siswa di kelas ataupun di rumah. Dokumen ini kemudian di analisis lebih lanjut untuk dibandingkan dengan data yang lain, baik hasil tes, hasil observasi maupun hasil wawancara.

C. Penelitian Kualitatif

1. Desain Penelitian

Tujuan dari penelitian kualitatif ini adalah untuk mengetahui argumentasi matematis siswa, yakni bagaimana siswa menilai argumen serta bagaimana siswa

mengkonstruksi argumen. Untuk tujuan yang pertama, siswa diminta untuk menilai 4 buah argumen dari suatu klaim/konjektur matematis. Dalam hal ini siswa diminta untuk menilai konsep yang ada pada tiap-tiap argumen, memilih argumen yang dipandang siswa paling meyakinkan dalam menjelaskan klaim/konjektur, melihat konsistensi siswa dalam memilih argumen yang meyakinkan, serta klarifikasi siswa terhadap argumen yang dipilih. Untuk tujuan yang kedua, siswa diminta untuk menyusun argumen sesuai dengan pengalaman siswa yang telah diperoleh sebelumnya.

Untuk mendapatkan informasi lebih lanjut mengenai kemampuan siswa dalam argumentasi matematis, penelitian dilakukan dengan cara mencermati dan menelaah pekerjaan siswa; mengelompokkan data berdasarkan katakteristik yang muncul; serta memilih data berdasarkan karakteristik tersebut untuk dijadikan sebagai bahan dalam analisis lebih lanjut. Karena data dikelompokkan berdasarkan karakteristik-karakteristik yang muncul, maka langkah-langkah seperti: pengkodean, penyeleksian sampai pada pengelompokkan data dilakukan dalam penelitian ini. Berdasarkan pada langkah-langkah yang ditempuh dalam penelitian ini, metode penelitian kualitatif yang dipilih adalah metode *grounded theory*.

2. Instrumen Pengumpul Data

Instrumen pengumpul data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes argumentasi matematis. Ada 2 jenis tes argumentasi matematis, yaitu: tes menilai argumen (argumen pada tiap soal yang diujikan sudah disajikan) dan menulis argumen (instrumen tes berbentuk essay). Pada tes menilai argumen, penilaian siswa terhadap suatu argumen disajikan dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan, mencakup: (1) pemahaman siswa terhadap konsep yang ada pada argumen, (2) pemahaman siswa terhadap isi argumen, bahwa argumen tersebut mampu menjelaskan/menjawab soal dengan benar, (3) pemahaman siswa terhadap bentuk/jenis argumen, bahwa argumen tersebut membantu siswa memahami/menjawab soal dengan benar. Siswa diberikan tiga pilihan untuk menjawab ketiga pertanyaan tersebut, yaitu: ya, untuk menyatakan bahwa konsep

dipahami, argumen mampu menjelaskan/menjawab soal dengan benar; tidak, jika konsep tidak dipahami, argumen tidak mampu menjelaskan/menjawab soal dengan benar; serta tidak yakin, jika ada sebagian konsep yang tidak dipahami atau argumen diragukan mampu menjelaskan/menjawab soal dengan benar.

Pada tes menulis argumentasi, siswa diberikan keleluasaan untuk mengkonstruksi argumentasi sesuai dengan pengalaman siswa serta tingkat pemahaman siswa terhadap soal yang diberikan. Dalam hal ini, siswa dapat memberikan penjelasan dengan gambar/grafik, uraian, pernyataan matematis atau pengalaman sehari-hari siswa. Tidak menutup kemungkinan, siswa menggunakan ide-ide argumen pada tes menilai argumen, karena tes tersebut diberikan sebelumnya. Bentuk dari tes justifikasi argumen dan tes mengkonstruksi argumentasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A1.4.

Tes argumentasi matematis dikembangkan dengan pendekatan kualitatif. Bentuk dan struktur tes mengacu kepada bentuk dan struktur tes argumentasi yang dikembangkan oleh Liu (2013) berupa pernyataan klaim/konjektur. Langkah-langkah pengembangan tes mencakup tahapan sebagai berikut.

a) Tahapan Penyusunan Instrumen

Penyusunan instrumen tes argumentasi dimulai dengan penyusunan kisi-kisi, mencakup: materi kurikulum, indikator argumentasi dan indikator soal. Materi kurikulum memuat kompetensi dasar, indikator pembelajaran, dan topik/bahasan yang isinya sama dengan materi kurikulum yang dikembangkan dalam penyusunan instrumen tes kemampuan penalaran matematis. Sedangkan indikator argumentasi, memuat 2 indikator: memeriksa (memvalidasi) argumentasi dan menyusun argumentasi. Kisi-kisi dan bentuk instrumen tes argumentasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A1.4.

b) Tahapan Penelaahan Instrumen

Seperti pada penelaahan instrumen sebelumnya, penelaahan instrumen tes argumentasi mencakup dua tahapan, yaitu: uji ahli/praktisi dan uji keterbacaan. Uji ahli/praktisi melibatkan 3 orang dosen dengan status sebagai ahli dan 2 orang

guru dengan status sebagai praktisi. Sedangkan uji keterbacaan melibatkan 5 orang siswa SMP kelas XI, terdiri dari: 1 orang siswa berkemampuan tinggi, 3 orang siswa berkemampuan sedang, dan 1 orang siswa berkemampuan rendah.

Uji ahli/praktisi mencakup 3 kategori; materi, konstruksi dan bahasa. Hasil uji ahli/praktisi ini dirangkum pada Tabel 3.17 berikut ini.

Tabel 3.17. Hasil Uji Ahli Instrumen Tes Argumentasi Matematis

| No. Soal | MATERI | | | | | KONSTRUKSI | | | | | BAHASA | | | | |
|-------------|--------|----|----|----|----|------------|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|
| | A1 | A2 | A3 | P1 | P2 | A1 | A2 | A3 | P1 | P2 | A1 | A2 | A3 | P1 | P2 |
| 1 | SB | SB | SB | SB | B | SB | B | SB | B | B | B | SB | SB | B | B |
| 2 | SB | SB | SB | SB | SB | B | SB | SB | SB | B | B | SB | SB | SB | SB |
| 3 | SB | SB | SB | SB | SB | SB | SB | B | S | SB | SB | SB | SB | B | B |
| 4 | SB | SB | SB | B | SB | SB | SB | SB | SB | SB | B | SB | SB | B | SB |
| 5 | SB | SB | SB | SB | SB | SB | B | B | B | B | S | B | B | SB | SB |

Keterangan:

A1 : Ahli 1

A2 : Ahli 2

A3 : Ahli 3

P1 : Praktisi 1

P2 : Praktisi 2

SB : Sangat baik

B : Baik

S : Sedang

K : Kurang

Hasil pertimbangan ahli/praktisi pada Tabel 3.17 memperlihatkan bahwa secara umum instrumen memenuhi kriteria baik dan sangat baik. Meskipun perlu beberapa perbaikan dalam aspek bahasa, namun semua ahli/praktisi merekomendasikan bahwa instrumen layak untuk digunakan.

Untuk mengetahui keseragaman penilaian antar ahli dan praktisi, uji keseragaman penilaian dilakukan dengan uji statistik nonparametris menggunakan uji-Friedman. Rangkuman hasil uji-Friedman selengkapnya disajikan pada Tabel 3.18 berikut ini.

Tabel 3.18. Rangkuman Hasil Uji Keseragaman Validasi Ahli dan Praktisi Tes Argumentasi Matematis

| Statistik Friedman | Materi | Konstruksi | Bahasa |
|--------------------|--------|------------|--------|
| N | 5,000 | 5,000 | 5,000 |
| Chi-square | 3,000 | 2,000 | 6,466 |
| Sig. | 0,558 | 0,736 | 0,167 |

Hasil uji-Friedman pada Tabel 3.17 memperlihatkan nilai signifikansi Chi-Square jauh berada di atas 0,05. Berdasarkan kriteria pengujian hipotesis statistik, nilai signifikansi tersebut berada pada daerah penerimaan H_0 , artinya ahli dan praktisi memberikan penilaian yang seragam terhadap tes argumentasi matematis, baik dari aspek materi, konstruksi, maupun bahasa.

Uji berikutnya adalah uji keterbacaan soal. Uji ini dilakukan dengan tahapan; (1) memberikan kesempatan kepada siswa untuk membaca keseluruhan soal atau sekedar mengotak-atik soal, (2) meminta tanggapan siswa tentang soal yang diberikan. Untuk tes menilai argumen siswa diminta tanggapan berkenaan dengan; isi klaim/konjektur, isi argumen, keterkaitan argumen dan klaim; serta pertanyaan-pertanyaan untuk menilai argumen; sedangkan untuk tes menyusun argumen, siswa diminta tanggapan berkenaan dengan isi/materi dalam klaim/konjektur, pertanyaan dalam soal, kemungkinan soal bisa diselesaikan, serta tingkat kesulitan soal. Rangkuman hasil uji keterbacaan instrumen tes menilai argumen selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.19 berikut ini.

Tabel 3.19. Hasil Uji Keterbacaan Instrumen Tes Menilai Argumen Matematis

| No Soal | Isi klaim/konjektur | | | | | Isi Argumen | | | | | Keterkaitan Argumen dan Klaim | | | | | Pertanyaan Soal | | | | |
|---------|---------------------|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|-------------------------------|----|----|----|----|-----------------|----|----|----|----|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| 1 | P | P | K | K | K | P | P | K | K | K | K | P | K | P | P | K | K | K | K | P |
| 2 | K | P | K | K | P | K | P | K | P | K | K | P | K | K | K | K | P | K | K | K |

Keterangan:

P : Dipahami

K : Kurang dipahami

D : Tidak dipahami

S1 : Siswa 1 (Sedang)

S2 : Siswa 2 (Tinggi)

S3 : Siswa 3 (Rendah)

S4 : Siswa 4 (Sedang)

S5 : Siswa 5 (Sedang)

Hasil uji keterbacaan pada Tabel 3.19 memperlihatkan bahwa kebanyakan siswa masih banyak yang kurang memahami klaim/konjektur yang diajukan. Selain karena model soal argumentasi baru ditemui oleh siswa, beberapa konstruksi soal juga masih belum dipahami oleh siswa; antara lain maksud soal, pernyataan argumen, serta pertanyaan menilai argumen yang dipandang siswa terlalu panjang. Pada pertanyaan dalam soal, siswa kebanyakan tidak paham

dengan istilah menilai/penilaian, tetapi lebih paham jika istilah tersebut diganti dengan istilah jawaban atas pernyataan. Siswa mengenal istilah argumen sebagai pendapat, tetapi lebih paham argumen dimaksudkan sebagai jawaban atau banyak jawaban. Pada tes argumentasi, pertanyaan menilai argumen terdapat pada masing-masing argumen, sehingga total pertanyaan menjadi 13 pertanyaan dengan format yang sama pada setiap argumen. Dengan demikian total pertanyaan untuk 2 soal tes argumentasi menjadi 26 pertanyaan.

Tabel 3.20. Rangkuman Hasil Uji Keseragaman pada Keterbacaan Tes Menilai Argumen Matematis

| Statistik Friedman | Isi Klaim | Isi Argumen | Keterkaitan Argumen dengan Klaim | Pertanyaan Soal |
|--------------------|-----------|-------------|----------------------------------|-----------------|
| N | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| Chi-square | 4,667 | 4,667 | 5,600 | 3,000 |
| Sig. | 0,323 | 0,323 | 0,231 | 0,558 |

Berdasarkan Tabel 3.20, signifikansi uji-Friedman untuk keempat aspek penilaian menunjukkan nilai signifikansi di atas 0,05 atau berada pada daerah penerimaan H_0 . Hal tersebut menunjukkan bahwa kelima siswa memberikan penilaian yang seragam terhadap tes menilai argumen matematis.

Uji keterbacaan soal berikutnya adalah uji keterbacaan soal pada tes konstruksi argumentasi matematis. Seperti pada uji keterbacaan soal sebelumnya, uji ini dilakukan dengan tahapan; (1) memberikan kesempatan kepada siswa untuk membaca keseluruhan soal, dan (2) meminta tanggapan siswa tentang soal yang diberikan. Rangkuman hasil uji keterbacaan untuk tes konstruksi argumentasi matematis selengkapnya disajikan pada Tabel 3.21

Tabel 3.21. Hasil Uji Keterbacaan Instrumen Tes Konstruksi Argumentasi Matematis

| No Soal | Isi klaim/konjektur | | | | | Pertanyaan dalam soal | | | | | Kemungkinan soal bisa diselesaikan | | | | | Tingkat kesulitan soal | | | | |
|---------|---------------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|----|----|------------------------------------|----|----|----|----|------------------------|----|----|----|----|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| 1 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | Y | Y | Y | Y | Y | L | N | L | L | L |
| 2 | K | P | K | K | P | K | P | P | P | P | Y | Y | H | Y | Y | L | N | S | L | L |
| 3 | P | P | K | P | K | P | P | K | P | P | H | Y | H | Y | H | L | N | S | S | S |
| 4 | P | P | P | P | P | P | P | P | P | K | Y | Y | Y | Y | Y | L | N | L | L | L |

Keterangan:

P : Dipahami

S : Sangat Sulit

S1 : Siswa 1 (Sedang)

K : Kurang dipahami L : Sulit S2 : Siswa 2 (Tinggi)
 D : Tidak dipahami N : Sedang S3 : Siswa 3 (Rendah)
 Y : Ya M : Mudah S4 : Siswa 4 (Sedang)
 T : Tidak S5 : Siswa 5 (Sedang)
 H : Tidak tahu

Berdasarkan uji keterbacaan pada Tabel 3.21, nampak bahwa semua siswa memahami pertanyaan yang dimaksudkan dalam soal. Meskipun begitu, kebanyakan siswa tidak bisa memberi tanggapan ketika ditanya tentang argumen seperti apa yang akan disusun. Siswa menganggap bahwa model soal seperti itu termasuk kategori sulit dan bahkan sangat sulit, namun masih bisa diselesaikan.

Untuk mengetahui keseragaman penilaian keterbacaan terhadap tes konstruksi argumentasi matematis, berikut disajikan hasil uji keseragaman dengan uji statistik nonparametris menggunakan uji-Friedman pada Tabel 3.22.

Tabel 3.22. Rangkuman Hasil Uji Keseragaman pada Keterbacaan Tes Konstruksi Argumentasi Matematis

| Statistik Friedman | Isi Klaim | Pertanyaan Soal | Soal Bisa Diselesaikan | Tingkat Kesulitan Soal |
|--------------------|-----------|-----------------|------------------------|------------------------|
| N | 4,000 | 4,000 | 4,000 | 4,000 |
| Chi-square | 3,333 | 2,000 | 5,600 | 13,538 |
| Sig. | 0,504 | 0,736 | 0,231 | 0,009 |

Pada Tabel 3.22, signifikansi hasil uji-Friedman untuk kriteria isi klaim, pertanyaan soal dan soal bisa diselesaikan, memenuhi kriteria penerimaan H_0 . Hal ini memperlihatkan bahwa kelima siswa memberikan penilaian yang seragam pada aspek isi klaim, pertanyaan soal dan soal bisa diselesaikan. Sementara itu, signifikansi hasil uji-Friedman untuk kriteria tingkat kesulitan soal memenuhi kriteria penolakan H_0 . Hal ini menunjukkan bahwa kelima siswa memberikan penilaian yang tak seragam pada kriteria tingkat kesulitan soal. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa penilaian siswa terhadap kriteria kesulitan soal sangat beragam, mencakup kriteria: sangat sulit, sulit, dan sedang.

Hasil uji ahli/praktisi dan uji keterbacaan menjadi dasar untuk perbaikan soal tahap pertama (revisi 1). Sesuai dengan rekomendasi dari kedua hasil uji ini, perbaikan soal difokuskan pada aspek bahasa, sehingga tidak ada bahasa yang ambigu serta menimbulkan persepsi yang keliru. Khusus untuk soal tes menilai

argumen, pertanyaan menilai argumen disimpan pada lembar jawaban sekaligus, sehingga untuk 2 klaim/konjektur hanya mencakup 8 pertanyaan dengan esensi yang tetap sama. Hasil perbaikan soal ke-1 untuk kedua jenis tes argumentasi ini selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran A1.4.

3. Peneliti sebagai Instrumen

Dalam penelitian kualitatif, peneliti berperan sebagai instrumen utama penelitian. Peneliti bertindak sebagai pengumpul data, mengembangkan instrumen penelitian, menentukan sumber data, melakukan wawancara dengan siswa, melakukan analisis data hingga menyimpulkan hasil penelitian. Selain itu, peneliti juga berperan sebagai guru dan observer baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol.

4. *Grounded Theory*

Grounded theory merupakan penelitian yang dikembangkan untuk mendapatkan suatu teori (konjektur) tentang skema argumentasi matematis siswa melalui analisis induktif dari sejumlah data yang diseleksi. Untuk sampai pada tahapan tersebut, ada 3 tahapan penelitian yang dilalui, yaitu: *open coding*, *selective coding*, dan *theoretical coding* (Jones & Alony, 2011). Ketiga tahapan ini secara eksplisit dijelaskan pada uraian berikut ini.

a. Tahap *Open Coding*

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengumpulan data awal dengan cara menganalisis setiap pekerjaan siswa dari hasil tes argumentasi matematis. Analisis difokuskan pada pola dan karakteristik jawaban siswa yang memiliki kemiripan untuk selanjutnya dikelompokkan menjadi argumen-argumen yang berbeda. Setiap kelompok data kemudian diverifikasi untuk mendapatkan kategori-kategori yang berpeluang untuk dijadikan suatu teori.

Sesuai dengan skema argumentasi yang ingin ditelusuri dalam penelitian ini, analisis pada tahap *open coding* fokus pada tipe argumen serta ciri-ciri dari setiap argumentasi yang muncul. Tipe argumen didasarkan pada konstruksi

argumentasi secara keseluruhan yang dikelompokkan ke dalam argumen 1, argumen 2, argumen 3, argumen 4, dan argumen lainnya. Ciri-ciri dari setiap argumen didasarkan pada struktur argumentasi yang dikonstruksi siswa. Penjelasan dari kedua skema tersebut secara eksplisit diuraikan pada langkah-langkah penganalisisan data berikut ini.

1) Struktur Argumentasi

Struktur argumentasi fokus pada struktur/pola argumentasi siswa dalam menjelaskan suatu klaim/konjektur yang diajukan. Struktur argumentasi yang diteliti mencakup 4 pernyataan; data, pernyataan (*statement*), alasan (*reason*) yang mendukung pernyataan, dan konklusi. Data sebenarnya sudah ada dalam pernyataan/soal yang diajukan, sehingga siswa tinggal mengelaborasi/memperjelas data sehingga mendukung terhadap konstruksi pernyataan dan alasan. Pernyataan dan alasan merupakan isi argumentasi yang menghubungkan antara data dengan konklusi. Jika klaim tidak didukung oleh pernyataan dan alasan, maka konklusi tidak didapatkan. Di samping itu, jika pernyataan dan alasan tidak dapat diidentifikasi dengan jelas, maka yang muncul adalah penjelasan (*explanation*). Konklusi dapat saja diambil dari penjelasan, meskipun perlu uraian lebih lanjut atau bahkan yang muncul sebenarnya masih tetap klaim. Hal ini berbeda dengan struktur argumentasi yang memuat pernyataan dan alasan, di mana pengambilan konklusi didasarkan pada konstruksi pernyataan dan alasan yang lengkap. Langkah-langkah analisis struktur argumentasi selanjutnya dijelaskan pada Tabel 3.23.

Tabel 3.23. Rubrik Analisis Struktur Argumentasi

| Kode | Istilah | Penjelasan | Contoh |
|------|---------------------------------|--|---|
| D | Data | Fakta atau fondasi yang menjadi dasar argumentasi | Persegi panjang Misalnya, persegi panjang ABCD |
| S | Pernyataan/ <i>Statement</i> | Pernyataan yang menjabarkan data dan mendukung klaim | - $BD^2 = AB^2 + AD^2$ - $BD^2 > AB^2$ dan $BD^2 > AD^2$. |

| | | | |
|----|-----------------------------------|--|--|
| R | Alasan/ <i>Reason</i> | Pernyataan yang memperkuat/mendukung <i>statement</i> | - Besar $\angle A = 90^\circ$ - $BD > AB$ dan $BD > AD$ |
| E | Penjelasan/ <i>Explanation</i> | Penjabaran data yang mendukung klaim, jika <i>statement</i> dan <i>reason</i> tidak bisa diidentifikasi dengan jelas | Bayangkan jika kamu berdiri dipojok suatu lapangan sepak bola. Jelas bahwa diagonal dari lapangan tersebut pasti lebih panjang dari sisi-sisinya. Jadi, klaim Rian haruslah benar. |
| Cl | Konklusi/ <i>Conclusion</i> | Pernyataan tentang kebenaran/menyangkal klaim berdasarkan berdasarkan konstruksi pernyataan dan alasan atau penjelasan | Diagonal persegi panjang lebih panjang dari masing-masing sisinya |

2) Tipe Argumen

Tipe argumen ditentukan berdasarkan karakteristik/pola argumen yang muncul secara keseluruhan. Karakteristik/pola argumen ini kemudian dikelompokkan ke dalam argumen 1, argumen 2, argumen 3 dan seterusnya. Argumen-argumen ini selanjutnya diidentifikasi berdasarkan representasi matematis yang muncul, mencakup: induktif, aljabar, visual, dan perseptual. Deskripsi pengelompokkan argumen selengkapnya dijelaskan dalam rubrik analisis berikut ini.

Tabel 3.24. Rubrik Analisis Tipe Argumen

| Kode | Istilah | Identifikasi | Argumen |
|-------|-----------|---|------------|
| ARG 1 | Argumen 1 | Argumen dinyatakan dengan beberapa contoh (umumnya numerik) yang mendukung validitas dari klaim yang diajukan | Induktif |
| ARG 2 | Argumen 2 | Argumen dinyatakan dari konteks representasi simbolik yang kemudian direpresentasikan kembali untuk mendukung klaim yang diajukan | Aljabar |
| ARG 3 | Argumen 3 | Argumen dinyatakan dalam grafik dan gambar untuk memberikan penjelasan tentang klaim/konjektur yang diajukan | Visual |
| ARG 4 | Argumen 4 | Argumen dinyatakan dengan konteks yang dikenal/diimajinasikan dan didukung oleh konjektur melalui suatu koneksi | Perseptual |

Argumen lain yang dipandang berbeda dengan argumen 1, argumen 2, argumen 3, dan argumen 4 dinyatakan dengan argumen L (argumen lainnya). Identifikasi terhadap argumen-argumen ini dilakukan pada tahapan *selective coding* untuk melihat kemungkinan ada kategori lain yang muncul atau sebaliknya; masih bisa diinterpretasikan dengan jenis argumen yang ada.

b. Tahap *Selective Coding*

Pada tahap ini, pendalaman terhadap kategori-kategori dilakukan dengan mempertimbangkan sub kategori yang muncul untuk menentukan kategori inti. Langkah-langkah yang ditempuh pada tahap ini adalah sebagai berikut.

- 1) Melakukan analisis terhadap kategori atau sub kategori yang muncul pada tahap *open coding*. Langkah ini dilakukan untuk menentukan gejala dominan dari masing-masing kategori (sub kategori).
- 2) Menetapkan kategori inti dengan cara menghubungkan antar kategori yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya.
- 3) Melakukan kajian pendalaman terhadap setiap kategori inti yang telah ditetapkan. Langkah ini dilakukan dengan wawancara terhadap sampel yang dipilih secara teoritis (*theoretical sampling*). Pengambilan sampel secara teoritis dilakukan berdasarkan pada kebutuhan data pendukung untuk menentukan kesamaan dan perbedaan informasi yang mendukung terhadap pembentukan teori (Creswell, 2009).

Berdasarkan pada pemilihan sampel secara teoritis (*theoretical sampling*), langkah-langkah yang ditempuh adalah sebagai berikut.

- 1) Mengelompokkan siswa berdasarkan pada tipe argumen yang muncul.
- 2) Memilih dan menetapkan beberapa siswa dari tiap tipe argumen yang muncul dengan karakteristik yang berbeda berdasarkan pada ciri-ciri unik yang ditemukan.
- 3) Melakukan wawancara mendalam untuk mengeksplorasi temuan dari kategori inti yang telah ditetapkan.

c. Tahap *Theoretical Coding*

Pada tahap ini teori atau konjektur dibangun setelah sinkronisasi dan triangulasi data dilakukan. Secara eksplisit penyusunan teori atau konjektur dijelaskan sebagai berikut.

- 1) Melakukan analisis dan sinkronisasi data yang diperoleh pada tahap sebelumnya (tahap *open coding* dan *selective coding*).
- 2) Melakukan triangulasi data melalui analisis pekerjaan siswa dan wawancara mendalam terhadap responden terpilih.
- 3) Menyusun teori (konjektur) berdasarkan pada hasil analisis, sinkronisasi dan triangulasi.

D. Perangkat Pembelajaran dan Pengembangannya

Perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini meliputi rencana pelaksanaan pembelajaran serta perangkat-perangkat yang digunakan pada saat pembelajaran. Rencana pelaksanaan pembelajaran dikembangkan berdasarkan analisis terhadap tujuan pembelajaran yang dituangkan dalam standar kompetensi dan kompetensi dasar pada kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP) 2006. Aktivitas pembelajaran yang termuat dalam rencana pelaksanaan pembelajaran selanjutnya dijabarkan dalam perangkat-perangkat pendukung pembelajaran yang terdiri dari: bahan pembelajaran (pegangan guru), lembar aktivitas pembelajaran (aktivitas pembelajaran siswa), dan latihan soal (pengembangan, tugas individu, tes akhir pembelajaran dan pekerjaan rumah).

Pada prinsipnya perangkat pembelajaran yang digunakan untuk kedua kelompok penelitian (kelompok eksperimen dan kelompok kontrol) memuat jenis perangkat yang sama (RPP, bahan ajar, LKS, latihan soal). Hanya saja kerangka pedagogis dari setiap langkah pembelajaran serta cara-cara penyajian yang memuat aktivitas siswa dalam pembelajaran terdapat perbedaan. Pada kelompok kontrol, perangkat pembelajaran yang digunakan mengacu kepada perangkat pembelajaran yang sudah disiapkan oleh guru di sekolah. Sedangkan pada kelompok eksperimen, perangkat pembelajaran yang digunakan didesain secara khusus berdasarkan pada pendidikan matematika realistik.

Sebagaimana *treatment* yang digunakan dalam kelompok eksperimen, pendekatan PMR menitikberatkan pada analisis fenomenologi didaktis. Penggunaan analisis fenomenologi didaktis ini nampak dari tahapan pengembangan perangkat pembelajaran, mencakup: (1) analisis kurikulum, (2) fenomenologi didaktis, (3) perancangan skenario pembelajaran dalam bentuk *hipotetical learning trajectory*.

1. Analisis Kurikulum

Topik utama yang dibahas dalam penelitian ini adalah geometri dan pengukuran untuk kelas VIII semester 2. Materi yang disampaikan dalam topik ini berkenaan dengan bangun ruang sisi datar yang secara garis besar dibagi menjadi 4 bahasan, yaitu: kubus, balok, prisma dan limas. Standar kompetensi dan kompetensi dasar yang ingin dicapai dari keempat bahasan tersebut selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 3.25.

Tabel 3.25. Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar untuk Topik Bangun Ruang Sisi Datar

| Standar Kompetensi | Kompetensi Dasar |
|--|---|
| Memahami sifat-sifat kubus, balok, prisma, limas, dan bagian-bagiannya, serta menentukan ukurannya | <ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi sifat-sifat kubus, balok, prisma dan limas serta bagian-bagiannya • Membuat jaring-jaring kubus, balok, prisma dan limas • Menghitung luas permukaan dan volume kubus, balok, prisma dan limas |

2. Fenomenologi Didaktis

Seperti yang telah diuraikan pada bab II bahwa *hipotetical learning trajectory* (HLT) dapat dikembangkan berdasarkan fenomenologi historis, yakni perkembangan historis berkenaan dengan konsep matematis yang memuat fenomena serta bagaimana konsep tersebut diajarkan. Fenomenologi historis dapat mencakup analisis terhadap bagaimana suatu konsep matematis diciptakan, diaplikasikan serta hambatan yang dialami *user* dalam memahami konsep matematis tersebut. Namun demikian, karena tujuan dari penelitian ini tidak terfokus pada penelitian HLT, penelusuran fenomenologi historis dalam penelitian ini tidak berangkat dari bagaimana suatu konsep matematis diciptakan, tetapi

dititikberatkan pada fenomena-fenomena yang selama ini telah diajarkan dalam pembelajaran matematika, khususnya melalui pendidikan matematika realistik.

Bangun ruang sisi datar dan umumnya bangun ruang merupakan salah satu topik matematika yang selalu ada pada setiap jenjang pendidikan. Topik ini banyak diteliti karena selain memuat materi yang cukup kompleks juga menjadi masalah yang sering dihadapi oleh siswa. Huang & Witz (2013) dan Tan-Sisman & Aksu (2016) menyebutkan bahwa setidaknya adalah 2 masalah utama dalam geometri ruang, yaitu masalah pengawetan bidang dan pengukuran ruang. Pada pengawetan bidang, siswa terpaku pada tilikan ruang di mana bidang tidak digambar pada bentuk dan posisi yang sebenarnya. Posisi bidang yang digambar pada bidang frontal memiliki bentuk yang berbeda dengan posisi bidang yang digambar pada bidang tidak frontal, padahal dalam tilikan ruang kedua bidang tersebut memiliki bentuk dan ukuran yang sama. Pada pengukuran ruang, siswa umumnya hapal rumus volume dan luas permukaan dari suatu bangun ruang sisi datar tetapi ketika dihadapkan pada bentuk bangun ruang yang berbeda (misalnya kapasitas dari suatu bangun ruang yang tidak penuh), siswa tidak dapat menerapkan rumus dengan baik. Siswa nampaknya hanya mengandalkan penalaran numerik tetapi tidak peduli dengan tilikan ruang.

Kendala-kendala yang dihadapi oleh siswa pada dasarnya berkaitan dengan lintasan belajar. Pada kondisi ini, siswa tidak mengalami lintasan belajar, sehingga pemahaman siswa terhadap konsep matematika yang diajarkan cenderung dipaksakan. Cara-cara seperti ini jelas bertabrakan dengan struktur kognitif siswa di mana pemahaman siswa terhadap konsep matematika dapat Tak ditolak secara bertahap, dari konkret menuju abstrak.

Untuk menangani kendala-kendala tersebut, lintasan belajar menjadi bagian dari perencanaan pembelajaran yang sangat penting untuk diciptakan. Beberapa ahli dan praktisi telah mencoba menciptakan lintasan belajar pada topik bangun ruang sisi datar. Berdasarkan kajian tentang lintasan belajar ini, setidaknya topik bangun ruang sisi datar dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu: sifat-sifat bangun ruang, jaring-jaring dan luas permukaan bangun ruang, dan volume bangun ruang.

a. Sifat-sifat Bangun Ruang Sisi Datar

Sifat-sifat bangun ruang berhubungan dengan bentuk dari unsur-unsur bidang penyusunnya. Clements & Sarama (2009) mengungkapkan bahwa sifat-sifat bangun ruang (secara umum sifat-sifat dari geometri) dapat dibangun dengan cara observasi, pengukuran, penggambaran dan pemodelan. Bangun ruang sisi datar tersusun dari bidang datar-bidang datar yang terhubung melalui rusuk. Untuk mengetahui sifat-sifat dari bangun ruang sisi datar ini, siswa harus memahami bentuk, posisi dan ukuran dari bidang datar/bidang sisi dan rusuk-rusuknya. Siswa dapat melakukan pengamatan pada benda-benda berbentuk bangun ruang sisi datar tertentu atau alat peraga (model) bangun ruang sisi datar, mengukur bidang sisi dan rusuk-rusuknya dengan alat ukur tertentu, serta menggambarinya.

Menggambar bidang sisi dan rusuk-rusuk bangun ruang sisi datar dapat dilakukan dengan cara penjiplakan, yaitu meletakkan salah satu bidang sisi bangun ruang pada area gambar, lalu menjiplak tepi bidang sisi tersebut sehingga bentuk dan ukuran hasil jiplakan sama dengan bentuk dan ukuran model/alat peraga yang digambar. Kendala yang mungkin dihadapi siswa adalah membangun ide berkenaan dengan aktivitas menggambar serta meletakkan posisi antar hasil jiplakan. Siswa mungkin menggambar sebarang bentuk dari bidang sisi tanpa mempedulikan bentuk dan ukuran bidang yang sebenarnya. Dalam hal ini guru dapat membantu siswa dengan mengajukan pertanyaan, misalnya, “Apakah bangun datar yang kalian gambar telah sama ‘besar’ (bentuk dan ukurannya)?” “Bagaimana kalian memastikan bahwa gambar kalian sama ‘besar’ dengan bidang sisi yang digambar?” Jika siswa telah mampu menggambar bidang sisi sesuai dengan bentuk dan ukuran yang sebenarnya, siswa kemudian diminta untuk menggambar bidang sisi yang kedua dan seterusnya. Pada kegiatan ini, siswa mungkin saja menjiplak pada area yang berbeda sehingga siswa mengalami kesulitan untuk mengidentifikasi ukuran antar bidang. Guru dapat membantu siswa dengan mengajukan pertanyaan, “Apakah kedua jiplakan tersebut bentuknya sama?” “Bagaimana dengan ukurannya?” “Bagaimana kalian

memastikan bahwa kedua bidang yang kalian gambar memiliki bentuk dan ukuran yang sama?”

Kendala lainnya yang mungkin dihadapi oleh siswa adalah menentukan posisi antar garis/rusuk serta bidang-bidang, terutama yang berada pada area dalam bidang atau ruang. Materi ini menjadi materi pendalaman yang memerlukan bimbingan intensif dari guru terutama jika difokuskan pada kegiatan menjiplak. Misalnya untuk menentukan posisi diagonal bidang pada salah satu bidang sisi kubus. Langkah pertama, siswa harus membuat suatu garis lurus. Kubus kemudian diletakkan pada garis tersebut sedemikian sehingga kedua ujung diagonal bidang salah satu bidang sisi kubus terletak pada garis lurus. Langkah selanjutnya adalah memberi tanda pada keempat titik sudut, lalu menggambar diagonal bidang yang kedua. Langkah yang terakhir siswa harus mengukur kedua diagonal bidang pada bidang gambar untuk memastikan bahwa kedua diagonal bidang saling tegak lurus. Untuk mempersingkat langkah ini, guru dapat meminta siswa membuat dua buah garis lurus, lalu meletakkan salah satu sisi kubus di atasnya sedemikian sehingga keempat titik sudut bidang sisi kubus terletak pada kedua garis. Cara ini dipandang lebih singkat dan lebih efektif, akan tetapi siswa dapat mengalami *didactical break* untuk mengetahui “mengapa harus menggambar dua buah garis yang saling tegak lurus”.

Kendala lainnya pada sifat-sifat kubus yang mungkin paling kompleks adalah menggambarkan posisi antar diagonal ruang. Pada kegiatan menjiplak siswa terlebih dahulu harus mampu menjiplak suatu bidang diagonal. Kegiatan ini jelas memerlukan waktu yang tidak sedikit dan tentu tidak semua siswa menyukainya. Untuk mengantisipasi kondisi ini, pendekatan lain bisa digunakan misalnya dengan menghubungkannya dengan sifat-sifat bangun datar yang sebenarnya telah dipelajari oleh siswa. Misalnya untuk mengetahui posisi diagonal bidang pada suatu bidang sisi kubus, setelah siswa memahami bentuk bidang sisi kubus, guru dapat mengajukan pertanyaan berurutan, “Apakah kedua diagonal bidang panjangnya sama?” “Kenapa panjangnya sama?” “Apakah ada kaitannya dengan bentuk bidang sisi kubus?” “Apakah kedua diagonal bidang saling tegak lurus?” dan seterusnya. Untuk menentukan posisi dari diagonal

ruang, pembelajaran dapat dimulai dengan memahami bentuk bidang diagonal, diagonal-diagonal bidang pada bidang diagonal, serta hubungan antara diagonal-diagonal bidang pada bidang diagonal dengan diagonal ruang kubus. Singkatnya topik tentang sifat-sifat bangun ruang sisi datar memerlukan prasyarat yaitu sifat-sifat bangun datar.

b. Jaring-jaring dan Luas Permukaan Bangun Ruang Sisi Datar

Terdapat keterkaitan erat antara jaring-jaring dengan luas permukaan pada bangun ruang sisi datar. Keterkaitan tersebut nampak jelas, karena jaring-jaring merupakan susunan bangun datar yang terhubung dengan rusuk sehingga ketika jaring-jaring ini dibentuk kembali menjadi bangun ruang sisi datar, menjadi permukaan dari bangun ruang sisi datar tersebut. CPRE dan Kershaw (Trisnawati, Putri, & Santoso, 2015) mengungkapkan bahwa luas permukaan bangun ruang sisi datar dapat ditentukan melalui jaring-jaring bangun ruang sisi datar, yaitu menghitung luas dari masing-masing bidang sisi dan menjumlahkannya. Berdasarkan pada pendapat ini, pembelajaran tentang jaring-jaring dan luas permukaan bangun ruang sisi datar dapat dimulai dengan mengenalkan siswa pada jaring-jaring bangun ruang, menggambarkan jaring-jaring, membentuk kembali jaring-jaring menjadi bangun ruang semula, kemudian menghitung luas permukaan bangun ruang.

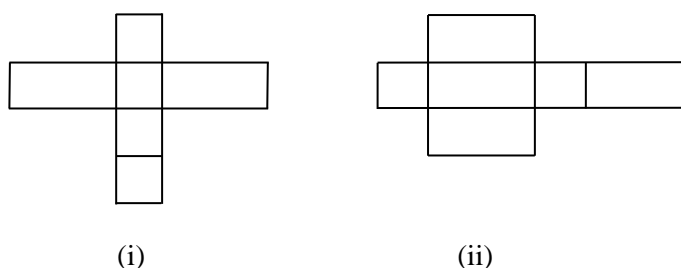
Pada aktivitas menggambarkan jaring-jaring bangun ruang, prinsipnya hampir identik dengan menggambarkan bidang sisi-bidang sisi bangun ruang. Oleh karena itu, aktivitas menjiplak bidang sisi dapat digunakan untuk menggambarkan jaring-jaring suatu bangun ruang sisi datar. Agar bidang sisi-bidang sisi yang digambar dapat membentuk jaring-jaring, maka antar bidang sisi yang digambar harus menyambung (beririsan). Antar bidang sisi ini dipisahkan oleh rusuk yang digambarkan. Jadi, menjiplak 2 bidang sisi pada sehelai kertas mengandung 3 instruksi yang berurutan; (1) menjiplak bidang sisi yang pertama, (2) menjiplak rusuk yang menyambungkan antara bidang sisi yang pertama dan bidang sisi yang kedua, (3) menjiplak bidang sisi yang kedua. Dengan menggunakan alat peraga, ketiga instruksi ini dapat dilakukan dengan cara

menggulingkan suatu bangun ruang sisi datar satu kali, sehingga bidang sisi yang kedua berada pada area jiplakan.

Untuk bangun ruang sisi datar yang mempunyai bentuk sisi yang kongruen (bangun ruang platonik), aktivitas menggulingkan bangun ruang ini hampir identik dengan pengubinan. Rohim (2016) pernah mencoba mendesain pembelajaran jaring-jaring kubus dengan konteks pengubinan menggunakan media kubus guling berwarna (Meku-Guwa). HLT yang dikonstruksi Rohim (2016) dimulai dengan pengubinan dengan rangkaian instruksi; (1) meletakkan salah satu bidang sisi pada kertas berpetak, (2) memberi warna pada petak sesuai dengan bidang sisi kubus yang diletakkan (berkorespondensi), (3) menggulingkan kubus ke arah berbeda, (4) memberi warna kembali pada petak sesuai dengan warna bidang sisi kubus yang digulingkan, (5) melakukan proses yang sama hingga semua bidang sisi dapat dijiplak dengan syarat terwakilkan satu kali. Aktivitas berikutnya adalah menemukan pola jaring-jaring kubus. Pada aktivitas pembelajaran yang dilakukan Rohim, nampaknya siswa tidak terlalu mengalami masalah, kecuali siswa yang tidak patuh pada ketentuan yang ditetapkan. Dalam hal ini Rohim menemukan ada siswa yang tidak memanfaatkan kertas berpetak secara optimal, sehingga ada gambar yang melampaui area luar kertas. Pembelajaran selanjutnya adalah menemukan luas permukaan kubus melalui pola jaring-jaring kubus yang ditemukan. Pada aktivitas ini juga tidak ditemukan kendala, semua siswa dapat menentukan luas permukaan kubus dengan benar. Aktivitas yang terakhir adalah menyelesaikan beberapa permasalahan berkaitan dengan jaring-jaring dan luas permukaan kubus. Beberapa permasalahan yang diajukan adalah (1) menentukan jaring-jaring kubus dan bukan jaring-jaring kubus, (2) menentukan atap kubus dari suatu jaring-jaring yang digambarkan, jika alasnya diketahui, (3) menyelesaikan masalah luas permukaan kubus pada kehidupan sehari-hari, yaitu, masalah ukuran kertas kado, masalah pengecatan bak mandi, dan masalah biaya pembelian cat untuk mengecat bagian dalam rumah berbentuk kubus. Pada aktivitas yang terakhir ini juga siswa tidak terlalu banyak mengalami kendala yang berarti.

Pada pembelajaran bangun ruang sisi datar lainnya, Trisnawati et al. (2015) mendesain pembelajaran luas permukaan prisma dengan pendekatan kekekalan luas. Pada pembelajaran awal, siswa diminta untuk merebahkan suatu prisma sehingga membentuk jaring-jaring, namun pada pembelajaran berikutnya siswa hanya diminta untuk mensketsakan bidang sisi-bidang sisi dari suatu prisma. Dengan demikian siswa didorong secara bertahap kepada pengetahuan luas permukaan bangun ruang, yaitu jumlah dari luas bidang datar-bidang datar yang membatasi sisi/permukaan bangun ruang.

Penggunaan konsteks pengubinan dengan cara menggulingkan suatu bangun ruang sisi datar ataupun menjiplaknya sehingga membentuk jaring-jaring dipandang cukup efektif untuk membantu siswa memahami konsep jaring-jaring dan luas permukaan bangun ruang sisi datar. Meskipun demikian, kendala yang mungkin dihadapi siswa adalah menentukan apakah suatu jaring-jaring merupakan jaring-jaring suatu bangun ruang sisi datar atau belum. Pada materi kubus, jaring-jaring kubus akan mudah dikenali jika siswa memahami sebelas pola jaring-jaring kubus. Tetapi, untuk jaring-jaring bangun ruang sisi datar lainnya bisa jadi sulit untuk diketahui. Misalnya menentukan jaring-jaring balok, siswa mungkin mengalami kendala karena bidang sisi-bidang sisi balok tidak semuanya kongruen. Untuk mengatasi kendala ini, guru dapat membantu siswa dengan mengajukan pertanyaan, “Apakah ada bidang sisi balok yang kongruen?”, “Bidang sisi mana saja yang kongruen?” “Coba tunjukkan pada gambar jaring-jaring”, “Rusuk-rusuk manakah yang diiris?”. Pertanyaan “rusuk yang diiris” sangat penting untuk memahami bahwa antar garis tepi bidang datar yang digambar pada jaring-jaring panjangnya sama.



Gambar 3.3. Contoh Jaring-jaring Balok dan Bukan Jaring-jaring Balok

Pada Gambar 3.3, gambar (i) bukan jaring-jaring balok, sedangkan gambar (ii) merupakan jaring-jaring balok. Siswa mungkin bertanya, “Kenapa gambar (i) bukan jaring-jaring balok, padahal bidang sisi-bidang sisi yang berhadapan (lompat satu petak) kongruen?” Siswa mungkin lupa atau tidak tahu bahwa bidang datar-bidang datar ini dipisahkan oleh rusuk. Guru dapat membantu siswa dengan mengajukan pertanyaan, “Dapatkah kalian menunjukkan rusuk-rusuk pada jaring-jaring balok?” atau “Coba kalian ingat, ketika suatu balok diiris melalui rusuknya, coba tunjukkan dimanakah rusuk-rusuk tersebut sekarang?”

Untuk mengatasi hambatan siswa dalam menentukan jaring-jaring dan bukan jaring-jaring, pembelajaran tentang jaring-jaring bangun ruang sisi datar dapat dimulai dari mengiris bangun ruang melalui beberapa rusuknya, kemudian direbahkan. Selanjutnya siswa harus mampu menunjukkan rusuk-rusuk tersebut, setelah bangun ruang direbahkan. Dalam hal ini, pemberian nama untuk setiap titik sudut pada bangun ruang sisi datar bisa dapat membantu untuk mempermudah mengidentifikasi rusuk setelah bangun ruang direbahkan. Selain itu, siswa juga harus paham letak bidang datar-bidang datar yang posisinya saling berhadapan. Guru dapat memancing siswa dengan pertanyaan, “Bidang sisi-bidang sisi mana saja yang letaknya berhadapan?” Guru dapat membantu siswa dengan memberikan bimbingan langsung ke siswa, di mana letak bidang sisi-bidang sisi yang berhadapan, dipisahkan oleh sebuah bidang datar. Dengan demikian, letak bidang sisi-bidang sisi yang berhadapan pada jaring-jaring tidak mungkin bersebelahan.

Hambatan berikutnya adalah siswa mengalami kesulitan untuk mencari luas bidang sisi yang telah diidentifikasi. Trisnawati et al. (2015) menemukan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam mencari luas segitiga sama sisi setelah mampu mengidentifikasi luas permukaan prisma segitiga sama sisi, terutama mencari tinggi dari segitiga. Untuk mengatasi hambatan ini, guru membantu siswa dengan menjelaskan cara menggunakan dalil Pythagoras. Dalam hal ini pengetahuan siswa dalam menentukan luas suatu bidang datar diperlukan sebagai prasyarat.

c. Volume Bangun Ruang Sisi Datar

Barrett et al., (2011) menguraikan *learning trajectory* volume bangun ruang berkaitan dengan pengukuran. Kegiatan belajar siswa dapat terfokus kepada kegiatan pengisian dan pengemasan (*filling and packing*) serta membandingkan antara volume bangun ruang tertentu dengan volume bangun ruang yang telah diketahui sebelumnya. Beberapa kegiatan yang dapat dilakukan siswa berkaitan dengan kegiatan pengisian dan pengemasan antara lain membandingkan kapasitas dari dua buah benda (bangun ruang), menghitung susunan benda isomorfik, dan menentukan kapasitas benda yang terisi sebagian; sedangkan kegiatan membandingkan antara volume bangun ruang tertentu dengan volume bangun ruang yang telah diketahui sebelumnya ditentukan berdasarkan pada bentuk dan ukuran dari unsur-unsur tertentu yang sama, yaitu alas dan tinggi.

Kegiatan pengisian dan pengemasan banyak dilakukan terutama dalam pembelajaran kubus dan balok. Feriana & Putri (2016), misalnya, menerapkan kegiatan pengisian dan pengemasan untuk menentukan volume kubus dan balok. Pembelajaran diawali dengan pengisian benda berbentuk kubus menggunakan kubus satuan sebagai takaran. Konteks yang digunakan adalah mengisi kubus hingga penuh dengan kacang hijau. Kegiatan berikutnya adalah mengisi balok sampai penuh dengan kacang hijau. Seperti pada kegiatan yang pertama, kubus satuan digunakan sebagai takaran. Dari kedua kegiatan ini, siswa kemudian diminta untuk membuat kesimpulan tentang pengertian volume kubus dan balok. Selanjutnya siswa diminta untuk menemukan volume kubus dan balok. Pembelajaran yang dilakukan adalah melakukan pengisian kubus satuan-kubus satuan ke dalam kubus dan balok hingga penuh. Siswa kemudian diminta menemukan cara menentukan volume kubus dan balok tersebut berdasarkan pada cara-cara siswa dalam melakukan kegiatan pengisian.

Wahyuni, Putri, & Hartono (2015) memiliki pendekatan yang berbeda dalam pembelajaran volume kubus dan balok. Ketiganya memulai pembelajaran dengan menekankan pemahaman siswa pada rusuk-rusuk kubus dan balok. Untuk membangun pemahaman siswa tentang rusuk-rusuk kubus dan balok, siswa pada kegiatan pertama, diminta tumpukkan kemasan dari berbagai sisi, baik dari sisi

atas, sisi depan, maupun sisi samping. Siswa kemudian diminta untuk membuat sketsa dari permukaan-permukaan kemasan. Sketsa ini pada dasarnya menentukan ukuran permukaan kubus ataupun balok dalam ukuran sisi x sisi untuk permukaan kubus serta panjang x lebar, panjang x tinggi, dan lebar x tinggi untuk permukaan balok. Kegiatan berikutnya adalah aktivitas pengisian kubus dan balok. Konteks yang digunakan adalah rubrik yang dapat dikemas ke dalam kubus dan balok hingga penuh. Dalam kegiatan ini, siswa diminta untuk menghitung jumlah rubrik yang dapat dimuat ke dalam kubus dan balok; menghitung banyaknya rubrik dalam deretan (yang mewakili) panjang, lebar, dan tinggi; serta menentukan hubungan antara banyaknya rubrik yang mewakili panjang, lebar dan tinggi dengan banyaknya rubrik yang memenuhi kubus dan balok. Pada kegiatan selanjutnya siswa diminta untuk menyelesaikan masalah berkaitan dengan kubus dan balok dalam kegiatan sehari-hari.

Revina (2011) memulai pembelajaran volume kubus dan balok dengan membandingkan kapasitas dari 2 benda berbentuk (menyerupai) balok. Konteks yang digunakan adalah mengemas dodol dalam jumlah terbatas ke masing-masing benda tersebut. Karena jumlahnya terbatas, maka siswa harus memperkirakan banyaknya kemasan dodol yang dibutuhkan untuk memenuhi kedua benda tersebut. Kegiatan berikutnya adalah mensketsa susunan makanan kemasan yang disusun menyerupai kubus atau balok. Siswa diminta untuk menggambar susunan makanan kemasan tersebut lalu menghitung banyaknya. Dalam kegiatan ini, guru dapat memberikan arahan kepada siswa bahwa susunan makanan kemasan tersebut dapat digambar berdasarkan sudut pandang (dari atas, dari samping, atau dari depan). Dengan demikian, setiap orang yang melihat gambar tersebut dapat mengetahui secara pasti jumlah makanan kemasan seluruhnya. Pembelajaran selanjutnya adalah menentukan banyaknya kubus satuan berdasarkan susunan kubus satuan yang tampak dari atas, samping dan depan. Konteks yang digunakan adalah membangun kotak-kotak kayu (*block*) berbentuk kubus berdasarkan gambar susunan petak-petak persegi yang terlihat dari samping, depan dan atas. Dalam hal ini siswa harus bisa mencocokkan banyaknya kotak-kotak kayu yang disusun dengan gambar, lalu menghitung jumlah kotak-kotak kayu seluruhnya.

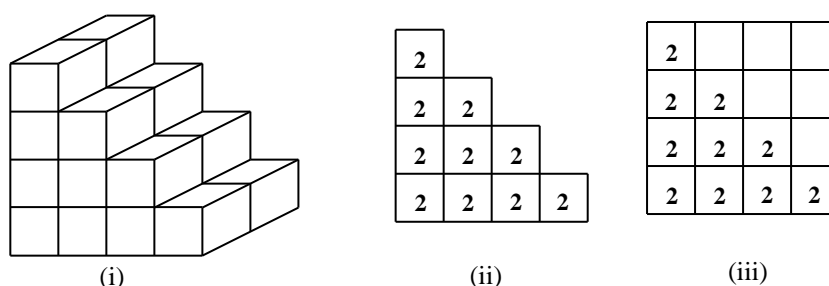
Berikutnya adalah mengisi kubus satuan-kubus satuan ke dalam kotak berbentuk kubus atau balok. Dalam kegiatan ini, guru meminta siswa untuk menghitung kapasitas kotak berbentuk kubus atau balok berdasarkan kubus satuan-kubus satuan yang diberikan dalam jumlah terbatas. Karena jumlah kubus satuan-kubus satuan ini terbatas, maka siswa harus memperkirakan berapa jumlah kubus satuan-kubus satuan yang dibutuhkan untuk memenuhi kotak-kotak tersebut. Dalam kegiatan ini juga siswa diharapkan menerapkan berbagai strategi pengisian kotak sehingga kapasitas dari kotak tersebut dapat diprediksikan dengan tepat. Kegiatan selanjutnya adalah menentukan ukuran yang mungkin dari kotak. Guru menyajikan 2 buah kotak berbentuk balok di mana ukuran dari rusuk-rusuk yang bersesuaian tidak sama (bisa juga satu pasang rusuk sama), tetapi volume kedua kotak sama. Siswa kemudian diminta untuk mengisi kotak-kotak tersebut dengan unit-unit blok dengan ukuran yang berbeda lalu membandingkan kapasitasnya. Tujuan dari kegiatan ini diharapkan siswa dapat menentukan bahwa ukuran volume balok tergantung kepada satuan yang digunakan. Kegiatan terakhir adalah mengisi lembar kerja untuk melihat sejauh mana penguasaan materi siswa terhadap pembelajaran yang telah disampaikan.

Berdasarkan *learning trajectory* yang disusun oleh para peneliti, kegiatan pengisian dan pengemasan nampaknya cukup efektif dalam meningkatkan pengetahuan siswa terhadap pengukuran volume kubus dan balok. Namun, untuk memunculkan pemahaman siswa tentang pentingnya hubungan volume kubus dan balok, siswa perlu menghitung susunan kubus satuan yang tidak lengkap serta menghubungkan antara susunan kubus satuan yang lengkap (membentuk kubus atau balok) dengan kubus satuan yang tidak lengkap, sehingga diperoleh jumlah kubus satuan yang diperlukan. Dugaannya siswa sudah memahami volume kubus dan balok sehingga untuk menentukan kapasitas dari suatu wadah berbentuk kubus atau balok adalah hal mudah bagi siswa. Dengan demikian, bila kapasitas suatu wadah diketahui, maka siswa dapat melakukan pengurangan antara kapasitas total wadah dengan isi wadah yang ada. Kegiatan ini juga akan memberikan inspirasi bagi siswa untuk menentukan, misalnya, berapa liter air

yang harus ditambahkan kepada bak mandi hingga air dalam bak mandi dapat penuh/meluber.

Dugaan lainnya dari kegiatan pengisian dan pengemasan adalah siswa tidak menggunakan *multiplicative reasoning* tetapi menerapkan *counting* dan *additive reasoning* (Rejeki, 2015). Pada saat siswa mengisi kubus atau balok dengan sejumlah kubus satuan, siswa mungkin saja menghitung satu persatu kubus satuan sehingga volume kubus dan balok tersebut langsung diketahui. Untuk mengantisipasi dugaan ini, siswa diminta menentukan satuan-satuan rusuk atau panjang, lebar, dan tinggi. Hal ini dilakukan untuk mengecek pengetahuan siswa tentang volume kubus dan balok serta bagaimana cara menentukannya.

Pada kegiatan menggambar permukaan susunan kubus satuan dari setiap sisi/sudut pandang (Revina, 2011), siswa dapat didorong secara perlahan ke arah matematisasi vertikal dalam menentukan volume kubus atau balok. Namun, terdapat kelemahan pada cara tersebut khususnya bila diaplikasikan pada susunan kubus yang tidak lengkap. Contohnya susunan kubus yang menyerupai tangga dengan konstruksi mengikuti barisan tertentu pada tiap tingkatnya. Siswa mungkin saja dapat dengan mudah menggambarkan bentuk permukaan dari sudut pandang tertentu, tetapi sulit menggambarkan bentuk permukaan dari sudut pandang lainnya. Kondisi ini kemudian memunculkan ide untuk penggabungan, setidaknya dari dua sudut pandang yang berbeda seperti pada contoh berikut ini.



Gambar 3.4. Menggabungkan Dua Sudut Pandang untuk Menentukan Banyaknya Susunan Kubus Satuan

Berdasarkan gambar 3.4, penggabungan 2 sudut pandang melahirkan ide untuk menentukan banyaknya kubus satuan dalam tiap petak. Kegiatan ini dimulai dengan menggambarkan petak-petak dari sudut pandang tertentu (gambar ii) atau

bisa juga menggambarkan secara permukaan kubus balok (gambar iii). Gambar petak-petak secara utuh menjadi alternatif bila posisi susunan kubus satuan berada di dalam. Bila susunan kubus pada gambar (i) dipandang dari sisi kanan, menggambarkan petak-petak secara utuh lebih memungkinkan untuk dilakukan. Dalam kasus yang berbeda alternatif tersebut mungkin tidak terhidarkan, misalkan pada susunan kubus satuan yang menyerupai candi. Langkah berikutnya adalah mengisi petak-petak tersebut dengan banyaknya kubus satuan berdasarkan sudut pandang lainnya. Pada bagian yang mungkin tidak nampak ke permukaan (bagian dalam), petak-petak yang berada di permukaan akan memberikan informasi tilikan ruang dengan tepat.

Pada pembelajaran prisma dan limas, penggunaan konteks pengisian dan pengemasan menjadi sangat terbatas. Siswa tidak lagi mudah menentukan kapasitas dari suatu prisma atau limas terutama untuk prisma atau limas yang alasnya berbentuk bidang datar yang tak beraturan. Sebagai alternatif, pembelajaran prisma dan limas dapat disajikan dengan membandingkan (ukuran) volume prisma dan limas dengan (ukuran) volume kubus dan balok. Hubungan antara prisma dengan kubus dan balok menjadi hal yang sangat logis karena kubus dan balok adalah bentuk prisma khusus. Sementara itu, suatu limas khusus dapat dibentuk dalam suatu kubus atau balok asalkan tinggi dan alasnya masing-masing kongruen.

Pembelajaran tentang volume prisma dan limas dengan pendekatan volume kubus dan balok dapat mengatasi bentuk-bentuk prisma dan limas yang alasnya identik dengan alas atau bidang sisi kubus dan balok. Kendala yang bisa terjadi adalah bagaimana mencari volume prisma dan limas yang alasnya berbentuk segitiga atau bidang datar lain yang bentuknya tidak beraturan. Untuk mengatasi kendala ini, siswa dibimbing pada kesimpulan tentang volume prisma dan limas secara umum, dimana volume prisma apapun bentuknya adalah luas alas \times tinggi, sedangkan volume limas apapun bentuknya adalah sepertiga \times luas alas \times tinggi.

Kendala lainnya yang bisa terjadi pada pembelajaran volume prisma dan limas adalah menentukan luas alas pada prisma dan limas serta mencari tinggi

pada suatu limas. Seperti pada pembelajaran sebelumnya bahwa prisma dan limas merupakan bangun ruang yang disusun oleh bidang datar-bidang datar. Oleh karena itu, pemahaman siswa terhadap luas bidang datar menjadi prasyarat dalam pembelajaran ini. Selain itu, untuk mengatasi kesulitan siswa dalam menentukan tinggi suatu limas, penggunaan teorema Pythagoras dapat menjadi solusi asalkan siswa memahami konstruksi segitiga siku-siku pada suatu limas yang berafiliasi dengan tinggi limas.

3. Perancangan Skenario Pembelajaran

Skenario pembelajaran dirancang berdasarkan fenomenologi didaktis dalam bentuk dugaan lintasan belajar. Analisis terhadap dugaan lintasan belajar pada topik bangun ruang sisi datar selengkapnya dapat disimak pada tabel berikut ini.

Tabel 3.26. Analisis Dugaan Lintasan Belajar

| Sub Topik | Aktivitas | Tujuan Pembelajaran | Deskripsi Aktivitas | Dugaan Pemikiran Siswa |
|---|---|--|---|--|
| Sifat-sifat kubus, balok, prisma, dan limas | Melapisi dus kemasan | Siswa dapat menyebutkan sifat-sifat kubus, balok, prisma dan limas berdasarkan bentuk, ukuran dan posisi bidang sisi dan rusuk | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa berdiskusi untuk menentukan luas kertas lapisan sehingga tepat melapisi bidang sisi dus kemasan - Melalui kegiatan menjiplak, siswa berdiskusi untuk menentukan ukuran rusuk-rusuk dus kemasan - Melalui kegiatan menjiplak, siswa diminta untuk berdiskusi tentang posisi dua rusuk yang saling sejajar dan tegak lurus dalam suatu kubus atau balok - Siswa berdiskusi untuk menentukan hubungan antara rusuk dengan bidang sisi kubus atau balok berdasarkan bentuk, ukuran dan posisinya pada kubus atau balok | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjiplak bidang sisi-bidang sisi dus kemasan satu persatu - Siswa menjiplak salah satu bidang sisi dus kemasan, lalu menggandakannya - Siswa mengukur tepi bidang sisi dus (rusuk-rusuk dus), lalu menggambar di kertas - Siswa menjiplak rusuk dus kemasan secara berderet ke bawah - Siswa menjiplak satu atau beberapa rusuk dus kemasan yang berbeda, lalu membandingkannya dengan rusuk aslinya - Siswa menjiplak 2 rusuk dari 2 bidang sisi yang berbeda |
| | Menjiplak diagonal bidang sisi, bidang diagonal, dan diagonal ku- | Siswa dapat menyebutkan sifat-sifat kubus dan balok berdasarkan bentuk, u- | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa berdiskusi untuk menjiplak suatu diagonal bidang pada bidang sisi kubus dan balok - Siswa berdiskusi untuk | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjiplak bidang sisi kubus atau balok, lalu menggambar diagonal bidang sisi kubus atau balok tersebut |

| | | | | |
|---|---|--|---|--|
| | bus dan balok | kuran dan posisi diagonal bidang, bidang diagonal dan diagonal ruang | <p>menjiplak bidang diagonal kubus dan balok melalui diagonal bidang dan rusuk-rusuk kubus dan balok</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siswa berdiskusi untuk menjiplak diagonal ruang melalui bidang diagonal | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjiplak titik sudut-titik sudut pada suatu bidang sisi kubus atau balok, lalu menggambar diagonal bidang sisi kubus atau balok tersebut - Siswa menjiplak bidang diagonal melalui diagonal bidang dan rusuk kubus atau balok - Siswa menjiplak diagonal ruang melalui diagonal-diagonal pada bidang diagonal |
| Jaring-jaring dan luas permukaan kubus, balok, prisma dan limas | Membuat dus kemasan | Siswa dapat membuat jaring-jaring kubus, dan balok, | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa berdiskusi untuk merebahkan sebuah dus kemasan berbentuk kubus atau balok sehingga diperoleh suatu jaring-jaring - siswa berdiskusi untuk membuat berbagai macam jaring-jaring kubus atau balok dengan cara menjiplak bidang sisi-bidang sisi kubus atau balok sehingga tercipta rentetan bidang datar yang tersambung melalui rusuk-rusuk - Siswa berdiskusi untuk membentuk kembali jaring-jaring menjadi bangun ruang semula - Siswa berdiskusi untuk menentukan posisi bidang (atas, bawah, kiri, kanan, depan, belakang) pada jaring-jaring, jika posisi bidang lainnya diketahui - Siswa berdiskusi untuk menemukan jaring-jaring serta letak titik sudut, jika suatu kubus atau balok diris melalui rusuk-rusuk tertentu | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengiris beberapa buah rusuk kubus atau balok secara sembarang sehingga diperoleh suatu jaring-jaring - Siswa menjiplak salah satu bidang sisi kubus atau balok lalu menggulingkan kubus atau balok secara sembarang sehingga diperoleh jiplakan bidang lainnya - Siswa membentuk jaring-jaring menjadi kubus atau balok dengan cara menggunting jiplakan pada tepi jaring-jaring lalu membentuknya - Siswa membentuk jaring-jaring menjadi kubus atau balok dengan bantuan <i>lego</i> - Siswa mencari pola untuk mengidentifikasi suatu jaring-jaring sebagai jaring-jaring kubus atau balok atau bukan. - Siswa menggambar jaring-jaring dari suatu kubus atau balok yang diiris melalui beberapa rusuk dengan menggambar salah satu bidang kubus atau balok sebagai patokan |
| | Menentukan luas jaring-jaring kubus dan balok | Siswa dapat menentukan luas permukaan kubus dan balok | <ul style="list-style-type: none"> - Dalam kelompok, siswa berdiskusi untuk mengidentifikasi bangun datar-bangun datar yang ada pada suatu jaring-jaring kubus atau balok - Siswa berdiskusi untuk menentukan jumlah dari luas bidang datar-luas bi- | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengelompokkan bidang datar-bidang datar yang saling kongruen dalam suatu jaring-jaring kubus atau balok - Siswa menyebutkan luas bidang datar-bidang datar yang sudah dike- |

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| | | | dang datar yang terdapat pada jaring-jaring kubus atau balok | lompokkan lalu menjumlahkannya |
| | Menentukan luas jaring-jaring prisma dan limas | Siswa dapat menentukan luas permukaan prisma dan limas | <ul style="list-style-type: none"> - Dalam kelompok, siswa diminta untuk membuat berbagai macam jaring-jaring prisma atau limas dengan cara menjiplak bidang sisi-bidang sisi prisma atau limas sehingga tercipta rentetan bidang datar yang tersambung melalui rusuk-rusuk - Dalam kelompok, siswa berdiskusi untuk mengidentifikasi bangun datar-bangun datar yang ada pada suatu jaring-jaring prisma atau limas - Siswa berdiskusi untuk menentukan jumlah dari luas bidang datar-luas bidang datar yang terdapat pada jaring-jaring prisma atau limas | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menjiplak salah satu bidang sisi prisma atau limas lalu menggulingkan prisma atau limas secara sembarang sehingga diperoleh jiplakan bidang lainnya - Siswa mengelompokkan bidang datar-bidang datar yang saling kongruen dalam suatu jaring-jaring prisma atau limas - Siswa menyebutkan luas bidang datar-bidang datar yang sudah dikelompokkan lalu menjumlahkannya |
| Volume kubus, balok, prisma, dan limas | Pengemasan “wajik” | Siswa dapat menerapkan satuan ukuran tertentu untuk menentukan kapasitas dari suatu benda /kotak | Siswa bekerja dalam kelompok untuk mengemas sejumlah “wajik” ke dalam 2 buah kotak berbeda ukuran dalam jumlah terbatas | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa mengemas “wajik biskuit kemasan” secara sebarang sehingga mengalami kekurangan jumlah “wajik” - Siswa mengemas “wajik” lapis demi lapis pada salah satu sisi kotak kemudian memperkirakan banyaknya lapisan hingga memenuhi kotak - Siswa mengemas “wajik” pada bagian rangka kotak, lalu memperkirakan jumlah “wajik” yang dibutuhkan untuk memenuhi kotak - Siswa mengambil kesimpulan kotak yang memuat “wajik” paling banyak memiliki kapasitas lebih besar |
| | Sketsa tumpukan sabun batangan | Siswa dapat mengidentifikasi tilikan ruang dari berbagai sisi | Siswa bekerja dalam kelompok untuk mengamati berbagai susunan sabun batangan dari berbagai sisi lalu membuat sketsa tumpukan tersebut | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menggambar susunan sabun batangan dari tiga sudut pandang (depan, samping, atas) - Siswa menggambar bagian permukaannya saja secara terpisah - Siswa menggambar bagian permukaan tertentu, lalu menuliskan jumlah sabun batangan dalam setiap petak |

| | | | | |
|--|--|---|---|--|
| | Menyusun kotak satuan | Siswa dapat menyusun kotak satuan berdasarkan gambar susunan kotak satuan yang dilihat dari berbagai sudut pandang dan menghitung jumlah susunan kotak satuan | <ul style="list-style-type: none"> - Dalam kelompok, siswa menyusun kotak satuan berdasarkan sketsa gambar yang diberikan - Siswa menentukan jumlah kotak satuan berdasarkan gambar | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menyusun kotak satuan secara sebarang dan tak terstruktur - Siswa menyusun kotak satuan mulai dari sisi tertentu, lalu mencocokkan susunan kotak satuan dari sisi lainnya - Siswa menghitung satu persatu susunan kotak satuan, menghitung lapis demi lapis, atau mengalikan jumlah kotak satuan pada sisi panjang, lebar dan tinggi |
| | Memperkirakan jumlah kotak satuan yang dimuat ke dalam kotak | Siswa dapat memperkirakan jumlah kotak satuan yang dibutuhkan untuk memenuhi kotak | Dalam kelompok, siswa menyusun beberapa kotak satuan ke dalam sebuah kotak, lalu memperkirakan jumlah kotak satuan yang diperlukan untuk memenuhi kotak | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa memperkirakan jumlah kotak satuan secara sebarang - Siswa memperkirakan jumlah kotak satuan yang dibutuhkan berdasarkan jumlah kotak satuan dalam susunan lapisan tertentu - Siswa memperkirakan jumlah kotak satuan yang dibutuhkan berdasarkan jumlah kotak satuan yang tersusun pada sisi panjang, lebar, dan tinggi |
| | Takaran | Siswa dapat menentukan volume prisma atau limas berdasarkan volume kubus atau balok | <ul style="list-style-type: none"> - Dalam kelompok, siswa menakar kacang hijau menggunakan prisma segitiga atau limas segiempat untuk dimuat ke dalam sebuah balok | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa menyatakan bahwa volume balok adalah 2 kali volume prisma segitiga - Siswa menyatakan bahwa volume balok adalah 3 kali volume limas segiempat |

E. Definisi Operasional

Untuk menghindari interpretasi yang keliru, dalam penelitian ini terdapat beragam istilah yang muncul dan memerlukan definisi yang lebih operasional. Beberapa istilah tersebut dapat dijelaskan dalam definisi operasional berikut ini.

1. Pendidikan Matematika Realistik (PMR) merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan pada; (1) penyajian masalah kontekstual, (2) diskusi kelompok, (3) diskusi kelas, dan (4) refleksi/pengembangan.
2. Fenomenologi didaktis merupakan strategi yang dipilih untuk merancang desain PMR-FD berdasarkan analisis terhadap bagaimana suatu konsep

matematis diajarkan kepada siswa serta prediksi saat konsep tersebut diajarkan.

3. Fenomenologi didaktis dalam pendidikan matematika realistik merupakan penerapan pendidikan matematika realistik dengan desain pembelajaran yang disiapkan melalui analisis fenomenologi didaktis.
4. Kemampuan penalaran matematis merupakan kemampuan kognitif dalam; (1) menarik kesimpulan yang logis, (2) memberikan penjelasan dengan menggunakan model, fakta, sifat dan hubungan (3) menggunakan pola dan hubungan untuk menganalisis situasi matematika, (4) melakukan manipulasi matematis.
5. Argumentasi matematis adalah proses menghasilkan wacana tertulis siswa yang terjadi ketika siswa menggunakan konsep matematis dalam membuat pernyataan yang masuk akal dengan cara menghubungkan antara data dengan klaim menggunakan bahasa sehari-hari.
6. Argumen matematis adalah suatu alasan atau beberapa alasan yang ditawarkan untuk menentang atau menerima proposisi, opini atau mengukur, di dalamnya termasuk argumen verbal, data numerik, gambar, dan lain-lain.
7. Struktur argumentasi adalah rangkaian argumen yang berisi data, pernyataan (*statement*), alasan (*reason*), dan klaim/konklusi.
8. Jenis/tipe argumen merupakan kategorisasi argumen berdasarkan pada representasi matematis yang muncul, mencakup: induktif, aljabar, visual, perseptual, dan yang lainnya.
9. *Habits of mind* matematis merupakan penilaian seseorang terhadap kebiasaan yang melekat pada dirinya dalam menyelesaikan setiap masalah matematis yang dihadapinya, mencakup: *aware of own thinking, accurate and seeks accurate, open-mindedness, taking a position, dan sensitivity to others.*